Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentacón

Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-

Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- Colombia

Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Guatemala, Guatemala



VOLUMEN II



Convenio de Cooperación 43-2006 MAGA-IGAC

GUATEMALA



Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
7ª. Avenida 12-90 zona 13, edificio DIGEGR-MAGA, PBX: 2413-7370, infogeograficamaga@gmail.com
www.maga.gob.gt

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
-MAGA-
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos
-DIGEGR-
Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-
-Subdirección de Agrología-

Convenio de Cooperación No. 43-2006

Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Guatemala, Guatemala

Volumen II





Guatemala, Marzo 2017



© Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
7ª. Av. 12-90 Zona 13, Ciudad de Guatemala
Telefax: (502) 2413-7370
Dirección electrónica: infogeograficamaga@gmail.com

Elaborado en Guatemala
Primera Edición: Marzo 2017

Diagramación y Diseño Gráfico: Impresiones D.F.R. Copropiedad
Dirección electrónica: impresionesdfrcop@gmail.com

ISBN: 978-9929-775-01-5

La diagramación de esta publicación fue posible gracias al apoyo financiero de:

COUNTERPART INTERNATIONAL
In partnership for results that last.



El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación permite la reproducción parcial o total del contenido del presente documento, siempre y cuando se le cite como la fuente de la información generada, tanto documental como cartográfica.

República de Guatemala
MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-

JIMMY MORALES CABRERA
Presidente de la República de Guatemala

MARIO MÉNDEZ MONTENEGRO
Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación

PERSONAL DE LA DIGEGR VINCULADO A LA EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

Rudy Aroldo Vásquez Villatoro
Director DIGEGR y
Coordinador del Convenio No. 43-2006 para Guatemala

Sergio Rafael López Salazar
Subdirector A.F. / Enlace del MAGA ante el IGAC

José Miguel Duro Tamasiunas
Asesor

William Hernán González Martínez
Asesor

Manuel de Jesús Tum Canto
Profesional de Levantamiento de Suelos

César David García Sic
Profesional de Levantamiento de Suelos

Rogelio Augusto Pacheco Cabrera
Profesional de Levantamiento de Suelos

Oscar Antonio Hernández de la Parra
Profesional de Levantamiento de Suelos

Judith Azucena del Cid Herrera
Profesional de Levantamiento de Suelos

Claudia Cecilia Saput Coj
Profesional de Levantamiento de Suelos

Rovoham Mardoqueo Monzon Miranda
Jefe Depto. Laboratorio-SIG

Daniela Samanta Santos López
Analista Espacial SIG

Oscar Alberto Palencia Alonzo
Técnico SIG

Wendy Mirella Flores Donis
Técnico SIG

Marco Antonio Gonzáles Esleker
Analista de Sistemas Informáticos SIG/Diseño Gráfico

Ashley Merary Coronado Herrera
Técnico SIG

Miriam Raquel Tejeda Rodas
Técnico SIG

Enmanuel Sánchez Pérez
Técnico SIG

José Nazario López Par
Analista Espacial SIG

Gustavo Adolfo Rosal Samayoa
Analista Espacial SIG

Jorge Cárcamo Hichos
Analista Espacial SIG

Dunia Ivanova López Menchú
Analista Espacial SIG

Delphy Nicté Gálvez López
Analista Espacial SIG

Linda Paola Leal Salguero
Analista Espacial SIG

Oscar Javier Munar Vivas
Edafólogo

Gustavo Adelmo Bonilla Arias
Edafólogo

Raúl Álvarez Beltrán (QEPD)
Fotointérprete







LABORATORIO DE SUELOS

José Jesús Chonay Pantzay, Director
Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua – Escuela Nacional Central de Agricultura
(ENCA)

Wendy de Cano, Directora
Laboratorio Agronómico – Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
(CENGICAÑA)

Oscar Humberto Jiménez García, Director
Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas – Asociación Nacional del Café
(ANACAFÉ)

Jorge Alberto Sánchez, Coordinador
Laboratorio Nacional de Suelos – Instituto Geográfico Agustín Codazzi
(IGAC) de Colombia

COLABORADOR

Samuel Boris Bonnis, Geólogo y Vulcanólogo
Asesor en Geología



Asistencia Técnica y Revisión General del Estudio
LIBARDO ANTONIO BURGOS REVELO
(contratista Subdirección de Agrología del IGAC)

Juan Manuel Santos Calderón
Presidente de la República de Colombia

Juan Antonio Nieto Escalante
Director General / Instituto Geográfico Agustín Codazzi

COMITÉ DIRECTIVO

Juan Antonio Nieto Escalante
Director General

Diana Patricia Ríos García
Secretaria General

Germán Darío Álvarez Lucero
Subdirector de Agrología

Fernando León Rivera
Subdirector de Geografía y Cartografía

Andrea Melissa Olaya Álvarez
Subdirectora de Catastro

Martha Patricia Camacho Hernández
Jefe de Oficina de Planeación

Marcela Abella Palacios
Jefe Oficina Asesora Jurídica

Héctor Mauricio Ramírez Daza
Jefe Oficina Centro de Investigación

Jorge Armando Porras Buitrago
Jefe Oficina Control Interno

María Elena Silva Fandiño
Jefe Oficina de Informática

Paola Andrea Méndez Hernández
Jefe Oficina Difusión y Mercadeo

María Isabel Pérez Hazime
Asesora de Dirección General

Clara Inés Parra Rojas
Asesora de Dirección General

Luis Carvajal Celemin
Asesor de Dirección General

Karen Julieth Barriga Bohórquez
Asesora de Dirección General

Personal Técnico del IGAC vinculado a la ejecución del proyecto
Germán Darío Álvarez Lucero
Coordinador del convenio MAGA - IGAC en Colombia

Napoleón Ordóñez Delgado
Director Técnico del convenio MAGA - IGAC en Colombia
- Coordinador del GIT. Levantamiento de Suelos y Aplicaciones Agrológicas
- Profesor Titular Universidad Nacional de Colombia

Libardo Antonio Burgos Revelo
Contratista Subdirección de Agrología

Viviana Andrea Rueda Calderón
Contratista Subdirección de Agrología

Beatriz Elena Ortiz Gutiérrez
Contratista Subdirección de Agrología

Pedro Karim Serrato Álvarez
Profesional Especializado
Apoyo Geomorfología

Jorge Alberto Sánchez Espinosa
Profesional Especializado Laboratorio Nacional de Suelos
Apoyo en Química y Mineralogía

Jaime Álvarez Herrera
Profesional Especializado
Apoyo Física de Suelos

CONSEJO DIRECTIVO

Mauricio Perfetti del Corral
Director del Departamento Nacional de Estadística (DANE)
Presidente Titular Consejo Directivo

Simón Gaviria Muñoz
Director Departamento Nacional de Planeación

Luis Carlos Villegas Echeverri
Ministro de Defensa Nacional

Gabriel Vallejo López
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Aurelio Iragorri Valencia
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Édgar Moncayo Jiménez
Representante Presidencia de la República

Juan Antonio Nieto Escalante
Director General / Instituto Geográfico
Agustín Codazzi

Diana Patricia Ríos García
Secretaria General / Instituto Geográfico Agustín Codazzi





GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN

PRESENTACION

A partir del año 2006, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- suscribe un primer convenio de cooperación y asistencia técnica con el Instituto Geográfico Agustín de Codazzi –IGAC- de la República de Colombia, con el objetivo de generar ocho estudios departamentales de suelos utilizando la taxonomía de suelos desarrollada por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA); como resultado se cuenta ya con los estudios de los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Sololá. Debido a la calidad de los resultados e interés del IGAC en seguir con la asistencia técnica, el MAGA suscribe un segundo convenio en el año 2015, para realizar los estudios de los 14 departamentos restantes.

El estudio que acá presento, es el cuarto resultado alcanzado a la fecha a partir de la alianza estratégica con el IGAC, y el mismo se constituye en una herramienta de suma importancia para instrumentalizar la Política Agropecuaria 2016 – 2020, de tal forma que se apuntalen la ejecución del Plan Nacional de Desarrollo K'atun y la Política General de Gobierno 2016 – 2017, en la gran temática de mejorar las condiciones de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) y económico productivas de los guatemaltecos. Es por ello, que a partir de estudios como el presente, es factible aumentar las probabilidades de éxito para la producción de alimentos con apoyo del Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER), hacer efectiva la Política Nacional de Riego mediante aumentar las capacidades productivas a partir de un adecuado uso del agua para riego y diversificación productiva; y fomentar la producción, no solo alimentaria, sino comercial mediante encadenamientos agrícolas que permitan mejorar los ingresos del productor, por la vía de ofrecer productos para el mercado nacional e internacional, y con ello aumentar el empleo y la riqueza rural.

La importancia de contar con estudios de esta índole, es porque el suelo se constituye en almacén de nutrientes, así como depósito de agua superficial y reserva de aire para el adecuado crecimiento de las plantas; entre más conocimiento del suelo exista, así como de sus principales aplicaciones: la capacidad de uso de las tierras y la zonificación agropecuaria, mayor eficiencia habrá en las propuestas de desarrollo agrícola y rural promovidas por el MAGA, ya que mediante este conocimiento se sientan las bases para el manejo y conservación del suelo y el agua, se promueven las medidas para realizar agricultura climáticamente inteligente y se aumentan las capacidades de resiliencia de los productores agrícolas ante el cambio climático y sus efectos en la agricultura local, nacional y mundial.

Por lo indicado, a nombre del Gobierno de la República de Guatemala agradezco a las autoridades y cuadros técnicos del IGAC de la hermana República de Colombia, el irrestricto apoyo brindado para finalizar el documento acá presentado, así como extiendo los agradecimientos a todas y todos las connacionales que de una u otra manera contribuyeron a generarlo.

Mario Méndez Montenegro
Ministro MAGA

DESPACHO

PRESENTACIÓN

En los últimos años, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), entidad encargada de realizar la cartografía oficial de Colombia, la formación y actualización catastral y el inventario de suelos en todo el territorio nacional, ha cruzado fronteras.

Gracias a la amplia experiencia en el estudio de los suelos en las más de 114 millones de hectáreas con las que cuenta Colombia, el Instituto se ha convertido en un punto de referencia para otros países Latinoamericanos, quienes han manifestado el interés de que contribuyamos a la planificación del desarrollo agrícola, pecuario, forestal y ambiental de sus territorios.

En esta oportunidad, la República de Guatemala decidió apostarle al inicio de estudios semidetallados de suelos en sus 22 departamentos, para lo cual ha suscrito varios convenios desde el año 2006 con el IGAC a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

Estos estudios de suelos en la República de Guatemala permitirán que las autoridades planifiquen y ordenen sosteniblemente su territorio, basados en esta información técnica que incluye la capacidad de uso de las tierras y las potencialidades y limitantes del recurso natural; así como determinar los procesos de degradación que afectan a los suelos.

Estos resultados podrán aportar a la puesta en marcha de estrategias de investigación, desarrollo tecnológico y zonificación agroecológica, además de ser un insumo primordial para el ordenamiento territorial de las cuencas hidrográficas, la protección de sus recursos naturales, los proyectos forestales y el desarrollo social de las comunidades guatemaltecas.

Por todo lo anterior, al Instituto Geográfico Agustín Codazzi y al MAGA nos complace hacer entrega oficial del Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Guatemala, elaborado a escala 1:50.000; un documento que plasma con mayor precisión el mosaico edáfico de este departamento, ubicado en la región central o metropolitana y que tiene una extensión de 220.450 hectáreas.

Con este nuevo insumo, ambas entidades completan cuatro estudios de suelos semidetallados en el país guatemalteco, después de Sacatepéquez, Solalá y Chimaltenango, territorios que ahora conocen detalladamente su geología, geomorfología, clima, hidrología, cobertura y uso, amenazas naturales, taxonomía y la clasificación de las tierras por su capacidad de uso.

Para Colombia, un país que ya gira en torno al posconflicto y que está ad portas de firmar la tan anhelada paz, realizar este tipo de estudios con un país igual de golpeado por la violencia como Guatemala y que por décadas ha luchado para convertirse en un territorio armonioso e igualitario, no solo permitirá afianzar y fortalecer los lazos de nuestros pueblos hermanos, sino aprender de la experiencia del proceso de paz de este país Latinoamericano.







Además, esta alianza binacional se convertirá en el corto y mediano plazo en la columna vertebral para que las autoridades tomen decisiones en pro del bienestar y el desarrollo productivo de la comunidad campesina guatemalteca, la cual, al igual que la colombiana, se ha visto forzada a abandonar sus tierras para buscar mejores opciones de vida.

Con esta compilación técnica, los campesinos de este país centroamericano conocerán de antemano las zonas aptas para el desarrollo agropecuario y el tipo de producto que pueden implementar en sus parcelas, mientras que sus gobernantes tendrán una hoja de ruta tanto productiva como ambiental, ya que les permitirá identificar aquellas zonas que por su importancia ecosistémica deben ser protegidas.

En nombre del Gobierno de Colombia, y del Instituto que actualmente dirijo, agradezco toda la confianza y compromiso del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación en el arduo proceso de estudiar el suelo, un recurso natural que también se puede agotar; estoy más que seguro de que los frutos binacionales se verán reflejados en el bienestar de sus habitantes, en un mejor ordenamiento territorial, en un lucrativo desarrollo productivo y en la conservación de los tesoros naturales que alberga su país.

Juan Antonio Nieto Escalante,
Director General
Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Colombia





AGRADECIMIENTOS

La Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos del MAGA, expresa sus más sinceros agradecimientos a todas las municipalidades y Comités Comunitarios de Desarrollo -COCODES- del departamento de Guatemala, así como a todas aquellas instituciones, profesionales y particulares que apoyaron la generación del Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Guatemala, Guatemala, mismo que se espera contribuya como una herramienta de utilidad a los procesos de planificación del desarrollo municipal y departamental.





INSTRUCTIVO PARA EL USO DE ESTE DOCUMENTO

El estudio de suelos del departamento de Guatemala ha sido editado en dos volúmenes, el Volumen I contiene la información de contexto general que se necesita saber sobre el departamento, o sea, la información biofísica, social y económica; asimismo, encontrará la información sobre la génesis de los suelos y su taxonomía; y se completa este volumen con la Leyenda que acompaña al Mapa de Suelos y la descripción detallada de cada Unidad Cartográfica de Suelos -UCS- .

Para encontrar la información sobre los suelos en su área de interés debe proceder de la siguiente manera:
El Mapa de Suelos que acompaña a este estudio y que ha sido impreso a tamaño "poster", posee un diseño que facilita la ubicación geográfica de las UCS; para ello se han colocado los polígonos de las UCS (rotulados con una etiqueta que los identifica), sobre un "tapiz de fondo" formado por una hoja cartográfica a escala 1:50,000 que ha sido fundida en un Modelo de Elevación Digital -MED- muy detallado y se ha dotado a estos polígonos, con una transparencia que facilita la lectura de las localidades donde se encuentran. Una vez localizada la UCS que le interese, debe tomar nota de esa etiqueta y dirigirse al cuadro inserto en el Mapa de Suelos y con las tres primeras letras de la etiqueta, buscarla por orden alfabético. Una vez ubicada, anote el nombre vernáculo de la consociación y el acápite correspondiente. Con esos datos diríjase al Capítulo IV y encontrará la información de la UCS que busca; la etiqueta completa nos indica una "fase", obtenga todas las informaciones con esa clave.

El Volumen II incluye las aplicaciones prácticas del levantamiento de suelos que son la Capacidad de Uso de la Tierra, la Zonificación y otras aplicaciones referidas a variables físicas, químicas y ambientales; para acceder a esta información proceda de la siguiente manera: en la descripción de cada consociación que representa una UCS, diríjase al numeral E). "Capacidad de Uso y recomendaciones específicas" ahí encontrará para la fase de la UCS que busca, la clase que lo define, la subclase, el grupo de manejo y la vocación. Con estos datos consulte el Capítulo V, titulado "Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso" y el Capítulo VI "Zonificación de Tierras". Las otras aplicaciones del Capítulo VII "Aplicaciones Adicionales del Levantamiento de Suelos" las puede derivar a partir de la ubicación geográfica de la UCS.

Tenga en cuenta que en las UCS puede haber información adicional que proviene de otros perfiles leídos de calicatas que se han abierto en la misma UCS y que fueron calificados como "Inclusiones" o "Réplicas". La información se encuentra en formato digital y está ubicada en el Anexo B del Compact Disk que acompaña este documento. Asimismo en el Anexo C que incluye la descripción y gráficas de las pruebas de infiltración; en el Anexo D del CD indicado, se encuentra un Glosario de Términos que le puede ayudar a comprender los términos técnicos utilizados y en el anexo E las observaciones de identificación (cajuelas) y de comprobación (barrenajes).



INDICE VOLUMEN II

Viene de Volumen I...

4.3.2	Suelos del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional (X)	687
4.3.2.1	Unidad XQA	690
4.3.2.2	Unidad XQB	696
4.3.2.3	Unidad XQC	703
4.3.2.4	Unidad XQD	710
4.3.2.5	Unidad XQE	718
4.3.2.6	Unidad XQF	726
4.3.2.7	Unidad XQG	734
4.3.2.8	Unidad XQH	741
4.3.2.9	Unidad XQI	747
4.3.2.10	Unidad XPA	755
4.3.2.11	Unidad XPB	762
4.3.2.12	Unidad XPC	769
4.3.2.13	Unidad XPD	777
4.3.2.14	Unidad XPE	784
4.3.2.15	Unidad XWA	791
4.3.2.16	Unidad XWB	798
4.3.2.17	Unidad XWC	805
4.3.2.18	Unidad XWD	811
4.3.2.19	Unidad XWE	817
4.3.2.20	Unidad XWF	823
4.3.2.21	Unidad XWG	831
4.3.2.22	Unidad XWH	838
4.3.2.23	Unidad XWI	844
4.3.3	Suelos del paisaje de lomerío volcano-erosional (L)	853
4.3.3.1	Unidad LQA	856
4.3.3.2	Unidad LQB	863
4.3.3.3	Unidad LQC	870
4.3.4	Suelos del paisaje de altiplano hidro-volcanico (A)	877
4.3.4.1	Unidad ASA	880
4.3.4.2	Unidad ASB	888
4.3.4.3	Unidad ASC	895
4.3.4.4	Unidad AQA	906
4.3.4.5	Unidad AQB	913
4.3.4.6	Unidad AQC	921
4.3.4.7	Unidad AQD	928
4.3.4.8	Unidad AQE	935
4.3.4.9	Unidad AQF	943
4.3.4.10	Unidad AQG	952
4.3.4.11	Unidad AQH	960
4.3.4.12	Unidad AQI	968
4.3.4.13	Unidad AQJ	975





4.3.4.14 Unidad AQK 981
4.3.4.15 Unidad AQL 996
4.3.4.16 Unidad ABA 1004
4.3.4.17 Unidad ABB 1010
4.3.4.18 Unidad ABC 1018
4.3.4.19 Unidad ABD 1025
4.3.4.20 Unidad ABE 1032
4.3.4.21 Unidad ABF 1039
4.3.4.22 Unidad ABG 1048
4.3.4.23 Unidad ABH 1056
4.3.4.24 Unidad ABI 1063
4.3.4.25 Unidad ABJ 1069
4.3.4.26 Unidad ABK 1076
4.3.4.27 Unidad ABL 1091
4.3.4.28 Unidad ACA 1098
4.3.4.29 Unidad ACB 1119
4.3.5 Suelos del paisaje de planicie fluvio-lacustre (F) 1130
4.3.5.1 Unidad FQA 1133
4.3.5.2 Unidad FPA 1140
4.3.5.3 Unidad FPB 1149
4.3.5.4 Unidad FPC 1157
4.3.6 Áreas de no suelos 1164
4.3.6.1 Áreas de Tierras de Ceniza Suelta (TC) 1164
4.3.6.2 Áreas de Coladas de Lavas (CL) 1165
4.3.6.3 Áreas Misceláneas Erosionadas (ME) 1166
4.3.6.4 Áreas de Canteras (CN) 1167
4.3.6.5 Cuerpos de Agua (CA) 1168
4.3.6.6 Zonas Urbanas (ZU) 1170
4.4 BIBLIOGRAFÍA 1171

5 CAPÍTULO 5. CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO 1172

5.1 CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS DE GUATEMALA 1172
5.2 LEYENDA DEL MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA Y SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES DE CAPACIDAD 1176
5.3 DESCRIPCIÓN DE CLASES, SUBCLASES Y GRUPOS DE MANEJO 1207
5.3.1 Tierras de la Clase I 1207
5.3.2 Tierras de la Clase II 1207
5.3.2.1 Subclase por limitaciones de erosión, suelo y clima (IIesc) 1207
5.3.2.1.1 Grupo de manejo IIesc-1 1207
5.3.2.2 Subclase por pendiente, erosión y clima (IIpec) 1209
5.3.2.2.1 Grupo de manejo IIpec-1 1209
5.3.2.2.2 Grupo de manejo IIpec-2 1210
5.3.2.3 Subclase por pendiente, erosión y suelo (IIpes) 1211
5.3.2.3.1 Grupo de manejo IIpes-1 1211

5.3.2.4 Subclase por pendiente, suelo y clima (IIpsc) 1212
5.3.2.4.1 Grupo de manejo IIpsc-1 1212
5.3.2.5 Subclase por suelo y clima (IIsc) 1212
5.3.2.5.1 Grupo de manejo IIsc-1 1213
5.3.3 Tierras de la Clase III 1213
5.3.3.1 Subclase por limitaciones de pendiente (IIIp) 1214
5.3.3.1.1 Grupo de manejo IIIp-1 1214
5.3.3.1.2 Grupo de manejo IIIp-2 1215
5.3.3.1.3 Grupo de manejo IIIp-3 1216
5.3.3.2 Subclase por limitaciones de pendiente y suelo (IIIps) 1217
5.3.3.2.1 Grupo de manejo IIIps-1 1217
5.3.3.2.2 Grupo de manejo IIIps-2 1218
5.3.3.2.3 Grupo de manejo IIIps-3 1218
5.3.3.2.4 Grupo de manejo IIIps-4 1219
5.3.3.2.5 Grupo de manejo IIIps-5 1220
5.3.3.2.6 Grupo de manejo IIIps-6 1221
5.3.3.2.7 Grupo de manejo IIIps-7 1222
5.3.3.2.8 Grupo de manejo IIIps-8 1223
5.3.3.2.9 Grupo de manejo IIIps-9 1223
5.3.3.3 Subclase por limitaciones de suelo (IIIs) 1224
5.3.3.3.1 Grupo de manejo IIIs-1 1224
5.3.3.3.2 Grupo de manejo IIIs-2 1225
5.3.3.3.3 Grupo de manejo IIIs-3 1226
5.3.3.3.4 Grupo de manejo IIIs-4 1227
5.3.3.3.5 Grupo de manejo IIIs-5 1228
5.3.3.3.6 Grupo de manejo IIIs-6 1229
5.3.3.3.7 Grupo de manejo IIIs-7 1229
5.3.4 Tierras de la clase IV 1230
5.3.4.1 Subclase por limitaciones de pendiente (IVp) 1231
5.3.4.1.1 Grupo de manejo IVp-1 1231
5.3.4.1.2 Grupo de manejo IVp-2 1232
5.3.4.1.3 Grupo de manejo IVp-3 1233
5.3.4.1.4 Grupo de manejo IVp-4 1234
5.3.4.1.5 Grupo de manejo IVp-5 1235
5.3.4.1.6 Grupo de manejo IVp-6 1236
5.3.4.2 Subclase por limitaciones de pendiente y erosión (IVpe) 1237
5.3.4.2.1 Grupo de manejo IVpe-1 1237
5.3.4.2.2 Grupo de manejo IVpe-2 1238
5.3.4.2.3 Grupo de manejo IVpe-3 1239
5.3.4.2.4 Grupo de manejo IVpe-4 1240
5.3.4.3 Subclase por pendiente, erosión y suelo (IVpes) 1241
5.3.4.3.1 Grupo de manejo IVpes-1 1241
5.3.4.3.2 Grupo de manejo IVpes-2 1242
5.3.4.3.3 Grupo de manejo IVpes-3 1243
5.3.4.3.4 Grupo de manejo IVpes-4 1244
5.3.4.3.5 Grupo de manejo IVpes-5 1245
5.3.4.3.6 Grupo de manejo IVpes-6 1246





5.3.4.4 Subclase por pendiente y suelo (IVps) 1247
5.3.4.4.1 Grupo de manejo IVps-1 1247
5.3.4.4.2 Grupo de manejo IVps-2 1248
5.3.4.4.3 Grupo de manejo IVps-3 1249
5.3.4.4.4 Grupo de manejo IVps-4 1250
5.3.4.4.5 Grupo de manejo IVps-5 1252
5.3.4.5 Subclase por erosión (IVe) 1253
5.3.4.5.1 Grupo de manejo IVe-1 1253
5.3.4.5.2 Grupo de manejo IVe-2 1254
5.3.4.6 Subclase por erosión y suelo (IVes) 1255
5.3.4.6.1 Grupo de manejo IVes-1 1255
5.3.4.6.2 Grupo de manejo IVes-2 1256
5.3.4.6.3 Grupo de manejo IVes-3 1257
5.3.4.7 Subclase por suelo (IVs) 1258
5.3.4.7.1 Grupo de manejo IVs-1 1259
5.3.4.7.2 Grupo de manejo IVs-2 1260
5.3.4.7.3 Grupo de manejo IVs-3 1261
5.3.4.7.4 Grupo de manejo IVs-4 1262
5.3.4.7.5 Grupo de manejo IVs-5 1263
5.3.4.7.6 Grupo de manejo IVs-6 1264
5.3.4.7.7 Grupo de manejo IVs-7 1265
5.3.4.7.8 Grupo de manejo IVs-8 1266
5.3.5 Tierras de la Clase V 1267
5.3.5.1 Subclase por humedad y clima (Vhc) 1268
5.3.5.1.1 Grupo de manejo Vhc-1 1268
5.3.6 Tierras de la Clase VI 1269
5.3.6.1 Subclase por pendiente (VIp) 1269
5.3.6.1.1 Grupo de manejo VIp-1 1269
5.3.6.1.2 Grupo de manejo VIp-2 1271
5.3.6.1.3 Grupo de manejo VIp-3 1271
5.3.6.1.4 Grupo de manejo VIp-4 1272
5.3.6.1.5 Grupo de manejo VIp-5 1273
5.3.6.1.6 Grupo de manejo VIp-6 1275
5.3.6.1.7 Grupo de manejo VIp-7 1276
5.3.6.1.8 Grupo de manejo VIp-8 1277
5.3.6.1.9 Grupo de manejo VIp-9 1278
5.3.6.2 Subclase por pendiente y suelo (VIps) 1279
5.3.6.2.1 Grupo de manejo VIps-1 1279
5.3.6.2.2 Grupo de manejo VIps-2 1280
5.3.6.2.3 Grupo de manejo VIps-3 1281
5.3.6.2.4 Grupo de manejo VIps-4 1282
5.3.6.2.5 Grupo de manejo VIps-5 1283
5.3.6.2.6 Grupo de manejo VIps-6 1284
5.3.6.2.7 Grupo de manejo VIps-7 1285
5.3.6.3 Subclase por limitantes de suelo (VIs) 1286
5.3.6.3.1 Grupo de manejo VIs-1 1286
5.3.6.3.2 Grupo de manejo VIs-2 1287

5.3.6.3.3 Grupo de manejo VIs-3 1288
5.3.6.3.4 Grupo de manejo VIs-4 1289
5.3.6.3.5 Grupo de manejo VIs-5 1290
5.3.6.3.6 Grupo de manejo VIs-6 1291
5.3.7 Tierras de la Clase VII 1292
5.3.7.1 Subclase por pendiente (VIIp) 1293
5.3.7.1.1 Grupo de manejo VIIp-1 1293
5.3.7.1.2 Grupo de manejo VIIp-2 1294
5.3.7.2 Subclase por pendiente y erosión (VIIpe) 1295
5.3.7.2.1 Grupo de manejo VIIpe-1 1295
5.3.7.3 Subclase por pendiente y suelos (VIIps) 1296
5.3.7.3.1 Grupo de manejo VIIps-1 1296
5.3.7.3.2 Grupo de manejo VIIps-2 1297
5.3.7.3.3 Grupo de manejo VIIps-3 1298
5.3.7.4 Subclase por erosión (VIIe) 1299
5.3.7.4.1 Grupo de manejo VIIe-1 1299
5.3.7.5 Subclase por suelo (VIIs) 1299
5.3.7.5.1 Grupo de manejo VIIs-1 1300
5.3.7.5.2 Grupo de manejo VIIs-2 1300
5.3.8 Tierras de la Clase VIII 1301
5.3.8.1 Subclase por pendiente (VIIIp) 1302
5.3.8.1.1 Grupo de manejo VIIIp-1 1302
5.3.8.1.2 Grupo de manejo VIIIp-2 1303
5.3.8.2 Subclase por erosión y suelo (VIIIes) 1304
5.3.8.2.1 Grupo de manejo VIIIes-1 1304
5.4 BIBLIOGRAFÍA 1305

6 CAPÍTULO 6. ZONIFICACIÓN DE TIERRAS 1306

6.1 UNIDADES DE ZONIFICACIÓN DE TIERRAS 1308
6.1.1 Tierras con aptitud agrícola 1313
6.1.1.1 Cultivos transitorios intensivos (CTI) 1313
6.1.1.2 Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS) 1315
6.1.1.3 Cultivos permanentes intensivos (CPI) 1316
6.1.1.4 Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS) 1317
6.1.2 Tierras con aptitud agroforestal 1319
6.1.2.1 Agrosilvopastoril (ASP) 1319
6.1.3 Tierras con aptitud forestal 1321
6.1.3.1 Forestal productor (FPD) 1321
6.1.4 Tierras con aptitud para la conservación 1323
6.1.4.1 Áreas de conservación de recursos naturales y biodiversidad (ARNB) 1323
6.1.4.2 Conservación y recuperación (CRE) 1325
6.1.4.3 Áreas de reserva natural 1326
6.1.4.3.1 Parques Nacionales (PN) 1326
6.1.4.3.2 Reserva natural privada (RNP) 1327
6.1.4.3.3 Reserva protectora de manantiales (RPM) 1327
6.1.5 Otras categorías 1328

6.1.5.1 Canteras (CN) 1328
6.1.5.2 Centros Urbanos (CU) 1328
6.1.5.3 Cuerpos de Agua (CA) 1329
6.2 BIBLIOGRAFÍA 1331

7 CAPÍTULO 7. APLICACIONES ADICIONALES DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS 1332

7.1 ASPECTOS FISICOS MÁS IMPORTANTES 1333
7.1.1 Grupos texturales de los horizontes superficiales (horizontes A) 1333
7.1.2 Porosidad total de los horizontes superficiales 1335
7.1.3 Retención de humedad de los horizontes superficiales 1336
7.1.4 Drenaje natural de los suelos del departamento de Guatemala 1336
7.1.5 Profundidad Efectiva Radicular 1337
7.2 ASPECTOS QUÍMICOS DE LOS SUELOS 1339
7.2.1 pH: reacción del suelo 1339
7.2.2 Capacidad de intercambio de cationes (actividad de los suelos) 1341
7.2.3 Saturación de bases 1341
7.2.4 Carbono orgánico (materia orgánica) 1342
7.2.5 Fósforo asimilable por las plantas 1343
7.2.6 Potasio asimilable por las plantas 1344
7.2.7 Fertilidad química de los suelos 1345
7.2.8 Síntesis de los aspectos físicos y químicos de los suelos del departamento de Guatemala 1346
7.3 ASPECTOS AMBIENTALES DERIVADOS DEL MAPA DE SUELOS 1347
7.3.1 Pendiente del terreno 1347
7.3.2 Erosión actual de las tierras 1349
7.3.3 Limitantes de los suelos: erosión, fragmentos gruesos, profundidad efectiva radicular y fertilidad natural 1351
7.3.4 Contenido de carbono orgánico de los suelos y su vínculo con el secuestro de CO2 atmosférico y el cambio climático global 1351
7.3.5 Intensidad de uso de las tierras 1352
7.4 SINTESIS DEL CAPÍTULO 1355
7.5 BIBLIOGRAFÍA 1356

Anexo A: MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS PARA REALIZAR EL LEVANTAMIENTO DE SUELOS i

1 PRIMERA ETAPA DE GABINETE iii
1.1 Generación y recopilación de información y mapas temáticos iii
1.1.1 Imágenes digitales, ortofotos, modelos de elevación digital a escala 1:20,000 iii
1.1.2 Generación del mapa de clasificación climática (Sistema Thornthwaite) a escala 1:50,000 v
1.1.3 Obtención y readecuación de los mapas de geología a escala 1:50,000 y 1:250,000 x
1.2 Generación del mapa y leyenda geomorfológica xi
1.2.1 Interpretación de fotografías aéreas o fotointerpretación xi
1.2.2 Vectorización de las delineaciones geomorfológicas e incorporación a un sistema de información geográfico (SIG) xii

1.2.3 Cálculo de pendientes por medio del SIG para corroborar las delineaciones de las unidades geomorfológicas xiv
1.2.4 Elaboración de la leyenda geomorfológica xvi
1.3 Preparación y planificación del trabajo de campo xviii
1.3.1 Diseño de las herramientas de captura de datos de campo: cajuelas y calicatas xviii
1.3.2 Diseño de la base de datos de cajuelas y calicatas y creación de la interfaz xix
1.3.3 Dotación de equipo de campo a los técnicos xx
1.3.4 Dotación de información cartográfica básica y temática al equipo técnico xxi
1.3.5 Diseño del muestreo de campo con base en las unidades geomorfológicas identificadas en la leyenda y mapa geomorfológico xxii
2 TRABAJO DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS xxiii
2.1 Socialización de la actividad de campo con las autoridades locales y población en general xxiii
2.2 Reconocimiento de suelos a través de observaciones xxiii
2.2.1 Observaciones de identificación y de comprobación xxiv
2.2.2 Corrección de líneas geomorfológicas y delineación preliminar de líneas de suelos xxv
2.2.3 Ingreso de datos de observaciones a base de datos y definición de la cajuela modal xxvi
2.2.4 Apertura de calicata, lectura de perfiles y toma de muestras xxvii
2.2.5 Recolección de “monolitos”: columnas de suelos representativos xxx
3 ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS Y CUADROS DE VALORES PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS xxxi
3.1 Análisis de laboratorio de suelos: químicos, físicos, mineralógicos y micromorfológicos xxxi
3.1.1 Análisis químicos xxxi
3.1.1.1 Potencial de hidrógeno (pH) xxxii
3.1.1.2 Saturación de Acidez Intercambiable (S.A.I.) xxxiii
3.1.1.3 Saturación de bases intercambiables (S.B.) xxxiii
3.1.1.4 Carbono orgánico (CO) xxxiv
3.1.1.5 Potasio disponible (K) xxxv
3.1.1.6 Fósforo (P) xxxv
3.1.1.7 Capacidad de intercambio catiónico (CIC) xxxv
3.1.1.8 Silicio, hierro y aluminio activo xxxvi
3.1.1.9 Índice melánico xxxvii
3.1.1.10 El cálculo de la fertilidad natural de los suelos xxxvii
3.1.1.11 Resumen de la calificación de las propiedades químicas de suelos xxxviii
3.1.2 Análisis físicos xl
3.1.2.1 Textura xl
3.1.2.2 Densidad real, específica o de partícula xli
3.1.2.3 Densidad aparente o de volumen xlii
3.1.2.4 Retención de humedad xlii
3.1.2.5 Aplicaciones de las propiedades físicas xliii
3.1.2.6 Resumen de la calificación de propiedades físicas de suelos xliii
3.1.3 Análisis mineralógicos xliv
3.1.3.1 Análisis Óptico (microscopio petrográfico o polarizante) para la fracción arena xliv
3.1.3.2 Difracción de Rayos “X” para la fracción arcilla xlv
3.1.4 Análisis micromorfológicos xlv
3.1.5 Análisis para identificación de duripanes o talpetates xlvii

3.1.6	Preparación de monolitos	xlvii
4	SEGUNDA ETAPA DE TRABAJO DE GABINETE	xlix
4.1	Generación del mapa preliminar de suelos con datos de campo	xlix
4.1.1	Confección de la base de datos de calicatas y generación de mapa en formato SIG	xlix
4.1.2	Delineación de las unidades cartográficas de suelos y elaboración de la leyenda preliminar de suelos	l
4.2	Obtención del mapa final de suelos y mapas de aplicaciones	lii
4.2.1	Recepción de datos de laboratorio, para realizar la clasificación final de los suelos	lii
4.2.2	Obtención del mapa final de suelos y su leyenda respectiva	liv
4.2.3	Elaboración de los mapas de clasificación de tierras por su capacidad de uso, zonificación física y otras aplicaciones	lv
4.2.3.1	Elaboración del mapa de clasificación de tierras por su capacidad de uso	lv
4.2.3.2	Elaboración del mapa de zonificación de tierras	lxiii
4.2.3.3	Elaboración del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra escala 1:20,000	lxvi
4.2.3.4	Elaboración del mapa de intensidad de uso de la tierra	lxvii
4.2.3.5	Estimación de la susceptibilidad a los deslizamientos en el departamento de Guatemala	lxix
4.3	Informe técnico final	lxxii
4.4	Socialización del informe técnico final	lxxii
5	BIBLIOGRAFÍA	lxxiv

4.3.2 Suelos del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional (X)

Este paisaje presenta **38,126** hectáreas, equivalentes al **17.30**% de la superficie total departamental, se ubica en la zona de sutura (entre las fallas de Jocotán y la falla del río Motagua), al norte del departamento, en jurisdicción de los municipios de Chinautla, Palencia, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Raimundo y Chuarrancho. La elevación máxima se localiza al noroeste del departamento con 1,636 msnm y su altura inferior es de 405 m.

En el Cuadro 4.154 se presentan los tipos de clima ambiental determinados en el paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional.

Cuadro 4.154. Tipos de clima ambiental presentes en el paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional

Clima	Código en el mapa	Rango de temperaturas (°C)	Rango de altitud (m)	Rango de precipitaciones (mm)	Superficie (ha)	%
Templado subhúmedo	Q	17.1 a 20.7	1,000 a 1,800	601 a 1,000	18,659	48.94
Semicálido subhúmedo	P	20.8 a 24.3	600 a 1,000	1,001 a 2,000	3,586	9.41
Semicálido semiseco	W	20.8 a 24.3	600 a 1,000	601 a 1,000	15,881	41.65
Total					**38,126**	**100**

Fuente: UPGGR-MAGA, 2009.

Las montañas falladas fueron delineadas en la zona de sutura, entre las fallas de Jocotán y río Motagua, afectando rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas, lo que origina un intrincado sistema orogénico mixto muy complejo, que además es afectado por fuerzas exógenas denudacionales, sin embargo todavía conservan huellas de sus formas ancestrales. Los suelos presentan bajo desarrollo genético, debido a las condiciones climáticas, a la erosión constante y por los excesos de pedregosidad, tanto superficial como en el perfil del suelo.

Los tipos de relieve presentes en el paisaje montaña fallada o de convergencia erosional son: filas y vigas, lomas, glacís, mesas, cañones y cañadas, y vallecito. Las principales formas de terreno identificadas son: laderas; cuerpo de glacís, plano de mesa y vega.

Los principales materiales parentales identificados por grupos son los siguientes: tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas; filitas, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas; depósitos coluvio-aluviales; areniscas, lutitas, lodolitas y pómez; areniscas, lutitas, lodolitas y tobas; areniscas, lutitas y lodolitas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa, y algunos casos solo piedra pómez.

Respecto a la clasificación de suelos según la taxonomía norteamericana (Soil Survey Staff, 2014) los principales órdenes encontrados son: Molisoles con el 51.49% de la superficie del paisaje; Inceptisoles con el 32.49% y Entisoles con 15.74%.

De acuerdo con los análisis de las propiedades ***físicas, químicas y mineralógicas,*** realizados, estos suelos presentan las características siguientes:

A. Propiedades físicas:

- **Grupos texturales de los horizontes A:** influyen sobre el movimiento del agua en el suelo, disponibilidad de nutrientes y la erosión, indican la proporción de arenas (fragmentos minerales con diámetro entre 2 y 0.05 mm), limos (partículas con diámetro entre 0.05 y 0.002 mm) y arcillas (partículas con diámetro menor de 0.002 mm) que presenta el horizonte superficial del suelo. Con respecto a la textura de los suelos del paisaje, el 71.1% de los suelos posee texturas medias y el 28.9% texturas gruesas. Fueron evaluados por método de campo para Andisoles e intergrados ándicos y por método de laboratorio para los otros suelos.

- **Estructura horizonte A:** indica la forma en la que las partículas del suelo se encuentran agregadas, el 86.0% de los suelos del paisaje presenta bloques subangulares, de consistencia friable, lo que indica que se pueden desagregar fácilmente, el 14.0% presente estructura granular, de consistencia friable y débil, y el 0.1% de los suelos no presentan estructura (grano suelto).

- **Densidad aparente horizonte A: i**ndica la relación del peso y volumen del suelo, tomando en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua, un valor muy bajo indica que los suelos son livianos, un valor alto indica suelos pesados. Con respecto a la densidad aparente de los suelos del paisaje, el 63.1% de los suelos presentan densidad aparente muy baja, el 19.8% densidad baja y el 17.1% densidad media.

- **Densidad real horizonte A:** indica la relación del peso y volumen del suelo, sin tomar en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua. Con relación a la densidad real, el 97.6% presenta valores bajos y el 2.4% valores altos.

- **Profundidad efectiva:** indica el espesor en el cual las raíces pueden penetrar para obtener agua y nutrientes, el 33.0% de los suelos son moderadamente superficiales, el 32.2% son muy superficiales, el 22.1% son superficiales, el 10.6% son profundos y el 0.5% muy profundos.

- **Drenaje natural:** indica el movimiento del agua en el suelo; el 55.6% de los suelos presenta drenaje moderadamente excesivo, el 35.7% drenaje bueno y el 8.7% drenaje excesivo.

- **Pedregosidad superficial:** indica el porcentaje de fragmentos de roca (> a 2 mm de diámetro) que yacen en superficie y los que está parcialmente enterrados; el 57.8% presentan abundante pedregosidad, el 30.7% mediana pedregosidad, el 9.7% poca pedregosidad y el 1.8% no presentan pedregosidad.

B. Propiedades químicas:

- **Capacidad de intercambio de cationes (CIC):** este término indica la capacidad del suelo de absorber e intercambiar nutrientes como calcio, magnesio, potasio y otros. Respecto a esta característica, el 87.2% de los suelos del paisaje presentan valores altos, el 11.1% valores medios y el 1.7% valores bajos.

- **Saturación de bases (SB):** este término indica la presencia de los cationes K, Ca, Mg y Na, su presencia o ausencia en el suelo dependen directamente del pH, cuando el pH es ácido, la SB saturación es baja y cuando el pH tiende a la neutralidad la SB es alta. Con respecto a la saturación de bases de los suelos del paisaje, el 93.6% de ellos poseen valores altos y el 6.4% valores medios.

- **Carbono orgánico (CO):** El carbono orgánico es el principal elemento componente de la materia orgánica, ya que representa entre el 48 y el 59% de su peso; por la dificultad de determinar la materia orgánica del

suelo, se obtiene el porcentaje de carbono orgánico y se multiplica por el factor de conversión de 1.9, si se quiere conocer el dato de M.O. Con respecto a la presencia de carbono orgánico en los suelos del paisaje, el 67.2% de ellos presentan valores bajos, el 11.1% valores medios y el 21.7% valores altos.

- **Potencial de hidrógeno (pH):** indica el grado de acidez o alcalinidad del suelo e influye en la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes para las raíces de las plantas; estos se agruparon en tres rangos para una mejor comprensión así: *no limitantes* con el 38.0% para los neutros (pH 6.6 - 7.3); *intermedios* con el 58.3% para los moderada a ligeramente ácidos (pH 5.5 - 6.5) y ligera a moderadamente alcalinos (pH 7.4 - 8.4), y *limitantes c*on el 3.7% para los fuertemente ácidos (pH <5.5) y fuertemente alcalinos (pH >8.5).

- **Fertilidad natural:** indica la capacidad de suministrar nutrientes y condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas. En los suelos de este paisaje, el 2.60% presenta valores muy altos, el 40.1% presenta valores altos, el 55.7% valores medios y el 1.6% valores bajos.

C. Propiedades mineralógicas: se extrajeron muestras de los suelos más representativos para caracterizar los minerales presentes, tanto de la fracción arcilla como de la fracción arena, los resultados son los siguientes:

- **Fracción arcilla:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arcilla se relaciona con la *fertilidad actual* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *dominantes* (>50%), mineral de micas; *abundantes* (30-50%) esmectitas (montmorillonita) y talco; *comunes* (15-30%) caolinita, cloritas y cuarzo; *presentes (*5-15%) feldespatos, calcita, interestratificados e intergrados 2:1–2:2 y *trazas* (<5%) de cristobalita, gibsita, goetita.

- **Fracción arena:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arena se relaciona con la *fertilidad potencial (a futuro)* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *abundantes* con un 43.4% los feldespatos; *común* con un 22.5% la calcita; *presentes* con un 10.7% fragmentos de toba, con 10.2% vidrio volcánico y con 6.3% cuarzo; además se encuentran *trazas* (<5%) de hiperstena, vidrio volcánico, hornblenda, fragmentos líticos, granos alterados, magnetita, hematita, diópsido, lamprobolita, biotita, circón, muscovita, cloritas y granate.

Los grupos texturales, la estructura, la densidad aparente, la densidad real, la capacidad de intercambio de cationes, la saturación de bases, el carbono orgánico y el potencial de hidrógeno se tomaron con datos hasta 50 cm (Ver Capítulo 7. Aplicaciones y Anexo A. Metodología).

SÍNTESIS

Los suelos del paisaje de montaña fallada de convergencia erosional, presentan adecuada proporción de arenas, limos y arcillas, que se reflejan en el dominio de texturas medias; en la estructura dominan los bloques subangulares de consistencia friable (las de mejor desempeño); respecto a la densidad aparente predomina la baja y muy baja; la densidad real es baja, lo que indica que los suelos son livianos, frágiles y requieren de un manejo adecuado en la labranza para no destruirlos; dominan los suelos moderadamente superficiales a superficiales, lo cual limita el desarrollo de un buen grupo de cultivos; además el drenaje natural, domina el moderadamente excesivo; especialmente por la presencia de abundante pedregosidad superficial y por los fragmentos de roca en el perfil del suelo. Estas condiciones limitan los suelos, respecto a la aireación, la retención de humedad y el movimiento del agua, que se pueden considerar como moderadas.

La capacidad de intercambio de cationes es alta (CICA), es alta, valores que son adecuados para la retención e intercambio de nutrientes útiles para las plantas; la saturación de bases (SB), es alta; el contenido de carbono orgánico (CO), es bajo, su presencia se relaciona con la CICA y con el suministro parcial de nutrientes a las plantas, por lo cual debe suplementarse; el pH no es un factor que limite la productividad de las tierras y solo alcanzan el 3.7%. La fertilidad natural es media a alta, que se traduce en buena disponibilidad de nutrientes para el desarrollo vegetativo.

Los minerales del suelo aportan y dejan libres los nutrientes, los cuales absorben las plantas en su proceso de desarrollo y crecimiento; los materiales presentes en la fracción arcilla, son un indicador de la fertilidad actual de los suelos, en la fracción dominan los materiales de micas y arcillas expandibles; los minerales presentes en las arenas se relacionan con la fertilidad potencial (a futuro) del suelo, esta es alta en el paisaje, ya que las arenas presentan minerales que al desintegrarse, heredan al suelo elementos importantes para la nutrición vegetal.

Los cultivos limpios en pendientes muy inclinadas y los bajos contenidos de materia orgánica indican deficiencias en el manejo del suelo que afectan la estructura, el movimiento del agua y la incorporación de nutrientes, lo que incrementa el riesgo de erosión y la pérdida de productividad de los suelos.

En el paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional, se realizan cultivos para el autoconsumo y pequeñas ventas locales como granos básicos (maíz, fríjol), hortalizas (acelga, arveja china, ejote francés, chile, tomate, cebolla, zanahoria, brócoli), café bajo sombra. Para el mercado local se cultivan también aguacate hass y flores. En este paisaje se identificaron 23 unidades cartográficas de suelos, las cuales se describen a continuación:

4.3.2.1 Unidad XQA

Consociación Santa Elena: Typic Ustorthents, familia franca gruesa, semiactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 010409.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Entisol y se encuentran a inmediaciones del cerro Chipilín, finca El Planeta, paraje Joya Cinco Pesos y aldea Los Encuentros de Navajas, del municipio de San José del Golfo; caserío Encuentros De La Barranca, del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 621 hectáreas. En la Figura 4.139, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.139 Filas y vigas con ganadería extensiva y bosque. Municipio de San José del Golfo (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 745 mm de precipitación y una altitud media de 1,400 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.139, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal está representada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de pómez; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, semiactiva, no ácida, isotérmica (perfil modal, PM 010409) y el 20% del área restante por los suelos Typic Haplustepts, familia franca gruesa, activa, isotérmica (perfil inclusión 010411).

La Consociación Santa Elena presenta la siguiente fase:

- **XQAfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 621 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010409)

En la Figura 4.140, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

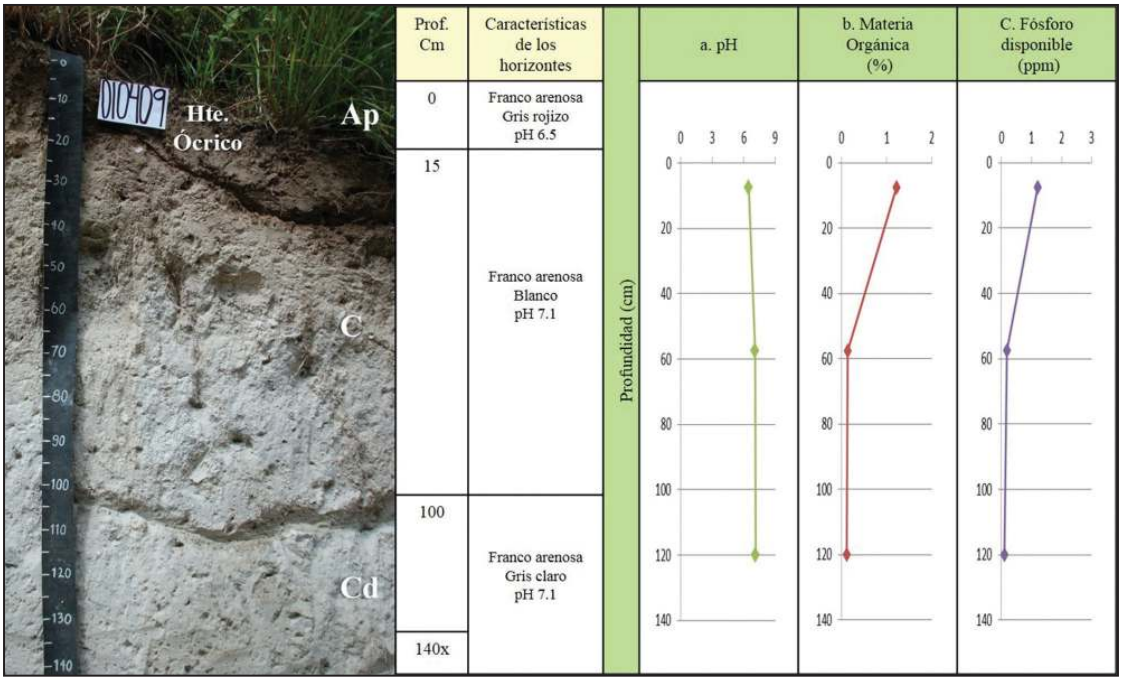


Figura 4.140 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010409) de la Consociación Santa Elena. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010409)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santa Elena
Símbolo		XQA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia franca gruesa, semiactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José del Golfo
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Encuentro las Navajas
	Coordenadas planas	X: 516620
		Y: 1632643
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,401
	Líena de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Pómez
Altitud		861 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	745 mm
	Temperatura promedio anual	18.9 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	25.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clases	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	100 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Ganadería extensiva
	Cultivos	Pasto brizanta
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, drenaje excesivo, erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque con especies de encino y otras latifoliadas
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		10-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo gris rojizo (10YR5/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura granular, finos, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
15 – 100 cm C	Color en húmedo blanco (7.5YR8/1); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, neutro; limite gradual y ondulado.
100 – 140 cm Cd	Color en húmedo gris claro (7.5YR7/1); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010409)

Cuadro 4.155. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010409)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	0.70	2.08	66.26	41.36	33.24	31.05	23.51	19.15	8.88	33.06	33.28	66.35
15-100	0.64	2.35	75.55	40.10	32.27	31.21	16.48	12.81	8.46	41.69	31.08	72.77

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-15	7.87	24.36	-	-	-	-
15-100	2.72	23.81	-	-	-	-

Cuadro 4.156. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010409)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	74.13	15.54	10.33	FA	FA	-	6.5	0.64	1.22	-	-	-	1.20	5.09	Baja
15-100	77.21	14.15	8.64	FA	A	-	7.1	0.08	0.14	-	-	-	0.18		
100-140	77.82	14.04	8.14	FA	A	-	7.1	0.06	0.12	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	6.84	3.01	3.83	3.01	1.96	0.85	0.18	0.01	-	28.71	12.42	2.70	0.14	0.0
15-100	3.42	1.74	1.68	1.74	0.81	0.70	0.20	0.04	-	23.57	20.38	5.75	1.08	0.0
100-140	6.27	1.52	4.74	1.52	0.70	0.60	0.19	0.03	-	11.23	9.52	3.11	0.46	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-15	43.97	0.12	0.63	6.75	12.64	-	-	-	-	-
15-100	50.79	0.10	0.06	7.32	3.60	-	-	-	-	-
100-140	24.32	0.13	0.07	6.23	2.22	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010409)

Estos suelos muestran baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.140 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (15 cm de espesor); C (85 cm de espesor) y Cd (40 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo gris rojizo; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en gránulos débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color blanco; textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd,** tiene color gris claro; textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.155 y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.156, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con presencia de material compactado a los 100 cm de profundidad; la densidad real presenta valores entre 2.08 – 2.35 g/cc. La densidad aparente tiene valores muy bajos en superficie (0.70 y 0.64 g/cc). La porosidad total es muy alta (66- 73%) en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los macroporos con valores de 33 y 41%, mientras que los valores de los microporos están en un 33 a 31%, responsable de la buena infiltración y drenaje muy rápido. La retención de humedad aprovechable es media (23 a 24%) en todo el perfil. Este suelo presenta limitaciones físicas a los 100 cm de profundidad, por la presencia de material compactado.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.156, los suelos tienen un pH ligeramente ácido (6.5) en el primer horizonte y neutro en profundidad (7.1), es adecuado para una buena disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (1.22% a 0.12%) en todo el perfil.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es baja en todo el perfil; se considera inadecuada para la retención de nutrientes útiles para las plantas. Se muestra una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muy baja (3 a 1.5 meq/100 g de suelo), son insuficientes para el desarrollo de los cultivos, por lo que deben ser suplementadas. La saturación de bases (SB), varía de media (43 - 50%) en los primeros 100 cm y baja (24%), en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores medios. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades bajas en todo el perfil; el magnesio (Mg), posee cantidades bajas.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), zinc (Zn) y el hierro (Fe), muestran valores bajos todos los horizontes; el manganeso (Mn), posee cantidades altas en superficie y desciende en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es baja.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011409)

Estos suelos son de evolución baja, que se han originado a partir de pómez; moderadamente profundos, con drenaje natural excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, presencia de una capa compactada a 100 cm de profundidad; pH ligeramente ácido. Presentan contenidos bajos de materia orgánica; baja capacidad de intercambio de cationes; bases intercambiables muy bajas; y una media saturación de bases media y fertilidad baja. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo se originan de las pendientes moderadamente escarpadas, la abundante pedregosidad superficial, la erosión moderada, los bajos contenidos de materia orgánica y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase que posee pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión moderada es de capacidad de uso forestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo y control de incendios forestales.

Para manejar adecuadamente la fase, es necesario mantener la cobertura vegetal para proteger los suelos y así evitar la erosión hídrica. Las plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, lo que implica plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel y construir terrazas individuales por planta. Es urgente aumentar el contenido de materia orgánica, ya que esta ayuda a mejorar las características químicas y físicas, está relacionada con la mejora en la retención de humedad, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan barreras vivas en la parte superior, ya que esta técnica ayuda a reducir la erosión y la escorrentía causada por las lluvias, y se aumenta la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo. El manejo productivo del bosque debe hacerse bajo un plan de manejo regido por el Servicio Forestal Nacional.

Para el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere de la fertilización química, se necesita la aplicación de los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Con respecto a los elementos menores, necesita suplementarse el Cobre, Zinc y Hierro. De necesitarse riego en los primeros estadios, se debe realizar por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011409)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase XQAfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, son suelos con vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción del suelo inclusión (PI 010411)

Esta unidad cartográfica contiene, como inclusión en un el 20% de su superficie, el suelo **Typic Haplustepts, familia franca gruesa, activa, isotérmica (PI 010411)**, se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, densidad aparente muy baja. La porosidad total muy alta en superficie y disminuye en profundidad. La retención de humedad aprovechable presenta contenidos altos en superficie y medios en profundidad. El pH es neutro; la materia orgánica (MO), tiene altos valores en superficie y descienden en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores medios en el primer horizonte y bajos profundidad. La saturación de bases (SB), es alta. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.2 Unidad XQB

Consociación Estancia Grande: Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica perfil modal 011017.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Estancia Grande y caserío La Soledad, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 591 hectáreas. En la Figura 4.141, se presenta un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.141 Filas y vigas con bosque mixto y matorrales.
Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 1,159 mm de precipitación y una altitud media de 1,086 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.141, la cobertura vegetal está conformada por bosque mixto y matorrales.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta, en un 90% de la superficie, por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal PM 011017). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Estancia Grande presenta las siguientes fases:

- **XQBf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 542 ha.
- **XQBfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 49 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011017)

En la Figura 4.142, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

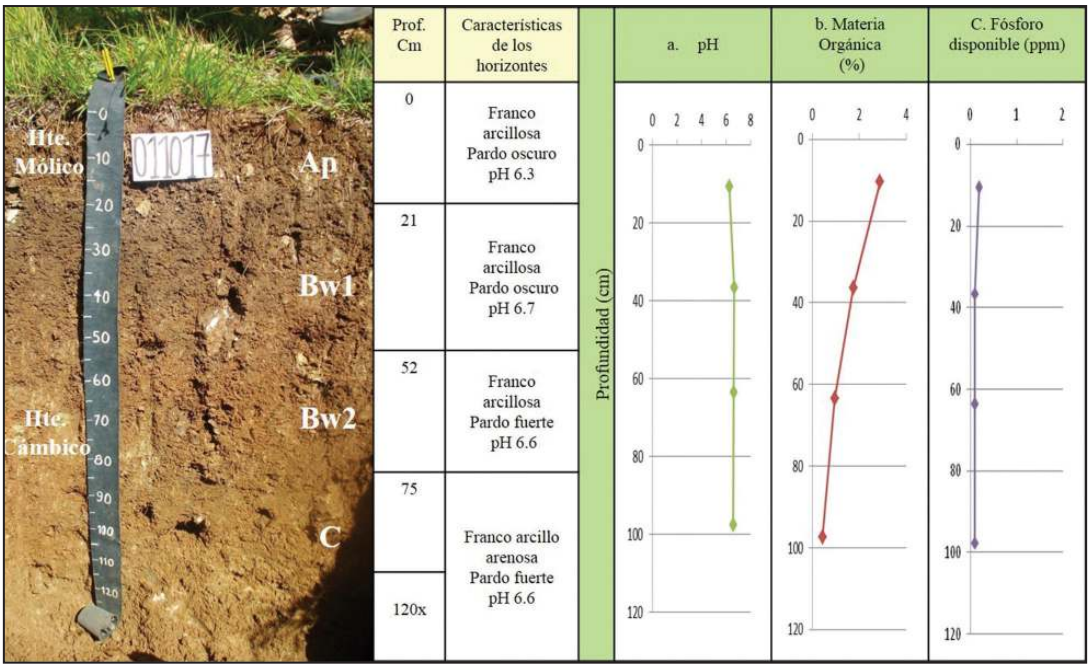


Figura 4.142 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011017) de la Consociación Estancia Grande. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011017)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Estancia Grande
Símbolo		XQB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	Estancia Grande
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 489578
		Y: 1640870
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,718
	Línea de vuelo No.	215
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,078 msnm.

Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,150 mm
	Temperatura promedio anual	18.9°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requieren riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	24.3
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería extensiva sobre pastos naturales
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	pendientes moderadamente escarpadas, déficit de agua en época seca y erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		César David García Sic, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		13-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 21 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite gradual y plano.

21 – 52 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite gradual y plano.
52 – 75 cm Bw2	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite gradual y plano.
75 – 120 cm C	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/8); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011017)

Cuadro 4.157. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011017)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-21	1.22	1.72	60.91	36.32	34.00	33.51	29.71	27.83	19.18	12.84	16.23	29.07
21-52	1.19	2.33	61.54	45.02	42.77	40.54	37.49	33.36	22.43	14.93	34.00	48.93

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			COEL	
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	Valor	Clasific.
0-21	34.66	14.83	64.15	35.11	29.05	0.14	Alto
21-52	42.84	20.33	66.57	34.68	31.89	0.15	Alto

Cuadro 4.158. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011017)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O	N. Total	$CaCo_3$		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-21	27.78	35.81	36.41	FAr	ArL	5.00	6.3	1.52	2.89	-	-	-	0.19	7.35	Alta
21-52	35.97	28.54	35.49	FAr	ArL	10.00	6.7	0.92	1.75	-	-	-	0.10		
52-75	41.91	27.28	30.81	FAr	Ar	5.00	6.6	0.50	0.95	-	-	-	0.10		
75-120	47.83	26.92	25.25	FArA	Ar	5.00	6.6	0.23	0.43	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-21	47.85	41.36	6.49	41.36	20.40	20.19	0.71	0.07	-	42.62	42.18	1.48	0.16	0.0
21-52	56.40	52.11	4.29	52.11	25.95	25.38	0.64	0.14	-	46.01	45.00	1.14	0.25	0.0
52-75	55.83	53.14	2.69	53.14	25.38	26.99	0.69	0.08	-	45.45	48.34	1.24	0.15	0.0
75-120	54.69	54.13	0.55	54.13	24.64	28.69	0.67	0.14	-	45.05	52.46	1.23	0.25	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-21	86.44	1.45	1.10	35.24	52.53	-	-	-
21-52	92.40	1.27	0.50	17.81	23.29	-	-	-
52-75	95.18	0.88	0.35	17.74	11.70	-	-	-
75-120	98.99	0.71	0.61	20.99	12.55	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología del perfil y calificación de los resultados de laboratorio del perfil modal (PM 011017)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.142 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (21 cm de espesor); Bw1 (31 cm de espesor); Bw2 (23 cm de espesor); C (45 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** muestra color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** es de color pardo fuerte; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** reporta color pardo fuerte; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.157 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.158, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas; la densidad real presenta valores bajos (1.72 y 2.33 g/cc). La densidad aparente también muestra valores bajos (1.22 y 1.19 g/cc). La porosidad total varía de baja (29%) en el primer horizonte a alta (49%) en profundidad; se presenta una dominancia de la microporosidad (16% al 34%) sobre la macroporosidad (13% al 15%); estas características mejoran la permeabilidad y el drenaje. La retención de humedad aprovechable es baja (22% a 14%) en todos los horizontes, es una condición limitante para el desarrollo de las plantas. No hay limitaciones para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.158, los suelos presentan pH ligeramente ácido (6.3) en el primer horizonte y neutro (6.7 a 6.6) en los demás, valores que son adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.89% a 0.43%), en superficie y disminuye en profundidad, lo que limita la capacidad de intercambio de cationes y el suministro parcial de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (47.85 a 56.40 meq/100 g de suelo), es un indicador de un adecuado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores altos (54.13 a 41.36 meq/100 g de suelo) suficientes para los horizontes del suelo. La saturación de bases (SB), es alta (86% a 99%).

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos; el potasio (K), muestra valores altos. De los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) se encuentran en cantidades altas en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), muestran valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en superficie y desciende a medios en profundidad, el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (011017)

Estos suelos originados de tobas e ignimbritas, tienen evolución moderada, son profundos, con drenaje moderado; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH ligeramente ácido en superficie; bajos contenidos de materia orgánica; capacidad de intercambio de cationes alta, el contenido de bases intercambiables al igual que la saturación son altos y la fertilidad es alta. El régimen de humedad del suelo está calificado como "ústico", ya que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura es "isotérmico", esto quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 y 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes moderadamente escarpadas, abundante pedregosidad superficial, erosión moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión moderada son de capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional, con control de incendios forestales.

Se recomienda mantener la cobertura vegetal para proteger al suelo de la erosión hídrica. Las plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, plantando al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, se puede reforzar el talud de estas, con la pedregosidad superficial existente en el área. Debe aumentarse el contenido de materia orgánica para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque.

Se debe implementar el establecimiento de acequias de ladera que incluyan barreras vivas en la parte superior, con esto se busca reducir la erosión, la escorrentía superficial causada por las lluvias y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Al aumentar la humedad en el suelo se favorece al desarrollo del mismo y se mejoran sus características físicas, químicas y biológicas. Así mismo se puede aprovechar la piedra en la superficie, mediante la elaboración de barreras muertas, que ayudarán a reducir la escorrentía superficial. Para las áreas degradadas por sobreexplotación, se recomienda establecer programas de recuperación integral de suelos, utilizando especies arbóreas nativas para realizar reforestaciones; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Así mismo establecer programas de control de incendios forestales, bajo planes de manejo supervisados por el Sistema Forestal Nacional.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los elementos menores debe suplementarse el Cobre y el Zinc. De necesitarse riego en los primeros estadios de las plantas forestales, deberá realizarse por medio de aspersión o goteo.



E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011017)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase XQBf2 pertenecen a la clase VII, subclases VII p y grupo de manejo VII p-1 y la fase XQBfp2 pertenece a la clase VII, subclases VII ps y grupo de manejo VII ps-2, son suelos con vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.2.3 Unidad XQC

Consociación Chuarrancho: Typic Dystrustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, isotérmica, perfil modal 011216.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la finca San José Trapiche Grande y caserío Tierra Blanca, del municipio de Chuarrancho; aldea Azacualpilla, cerro Azacualpilla, finca El Trapichito y granja Zarzal, del municipio de Palencia; finca El Jicarito y caserío Las Navajas, del municipio de San José del Golfo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,539 hectáreas. En la Figura 4.143, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.143 Filas y vigas con cultivos de granos básicos y bosque. Municipio de Chuarrancho (Foto: M. Tum)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígono de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 805 mm de precipitación y una altitud media de 1,029 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*), encino (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.143, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Typic Dystrustepts familia esquelética franca sobre fragmental, activa, isotérmica (perfil modal, PM 011216); en un 10% del área por los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, activa, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 010522) y en el 10% del área restante, por los suelos Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, semiactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 10502).

La Consociación Chuarrancho presenta las siguientes fases:

- **XQCf1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 633 ha.
- **XQCfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 390 ha.
- **XQCfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,516 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011216)

En la Figura 4.144, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal como textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

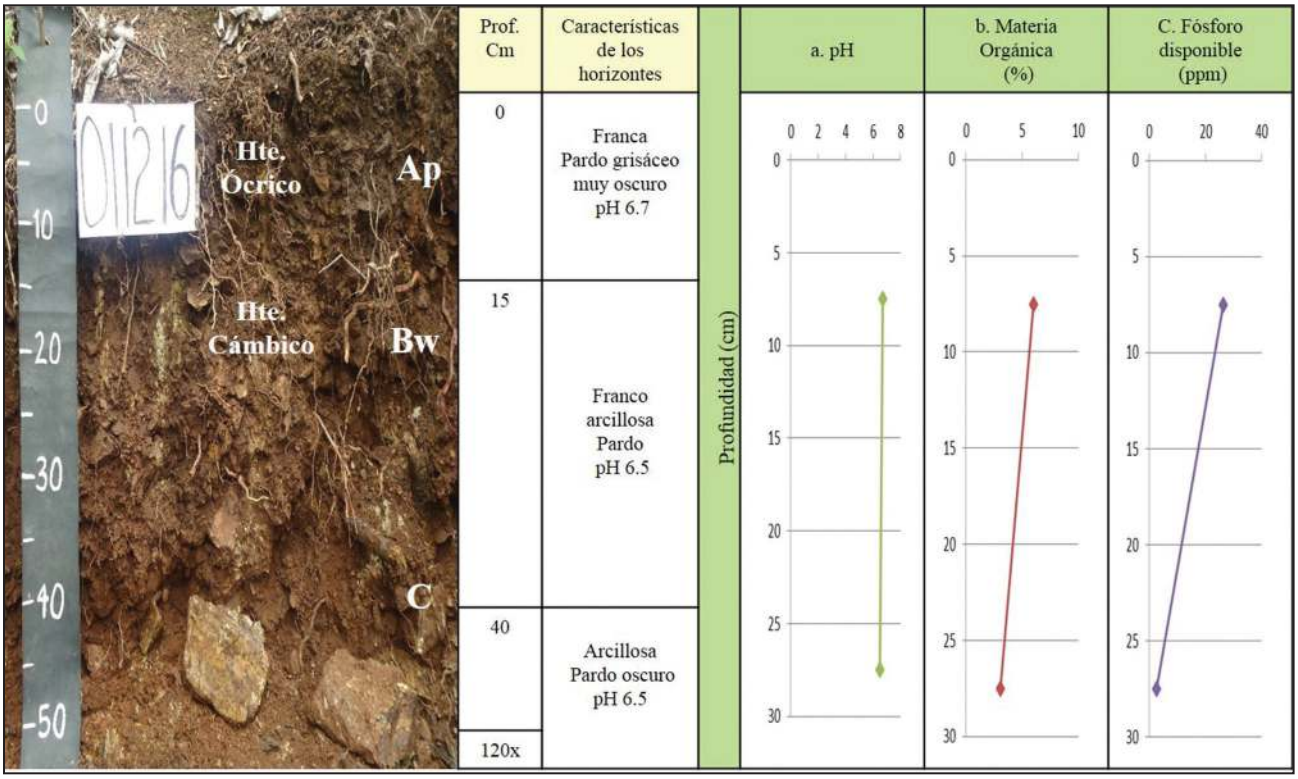


Figura 4.144 Se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal (PM 011216) de la Consociación Chuarrancho. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011216)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chuarrancho
Símbolo		XQC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Dystrustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chuarrancho
	Aldea	Tierra Blanca
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 503761
		Y: 1640390
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,732
	Línea de vuelo No.	215
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,102 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	805 mm
	Temperatura promedio anual	18.9 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	30 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	40 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		20-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (15%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y plano.
15 – 40 cm Bw	Color en húmedo pardo (7.5YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; abundante piedra (60%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
40 – 120 cm C	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillosa; fragmental (piedra 92%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011216)

Cuadro 4.159. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011216)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	1.33	1.90	43.49	29.37	19.63	16.57	14.45	13.11	9.02	16.46	13.54	30.00

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-15	15.3	10.61

Cuadro 4.160. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011216)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	$CaCO_3$		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	37.24	38.41	24.35	F	FAr	15.00	6.7	3.16	6.00	-	-	-	26.41	6.53	Media
15-40	24.26	37.3	38.44	FAr	Ar	60.00	6.5	1.59	3.03	-	-	-	2.65		
40-120	-	-	-	-	Ar	92.00	-	-	-	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	18.68	11.15	7.53	11.13	7.89	2.83	0.23	0.18	0.02	42.24	15.15	1.23	0.96	0.2
15-40	19.81	10.68	9.13	10.66	7.86	2.54	0.10	0.16	0.02	39.68	12.82	0.50	0.81	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	59.58	1.39	1.77	15.50	35.30	-	-	-
15-40	53.81	1.18	1.16	20.30	64.20	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011216)

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.144 y la descripción de perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (15 cm de espesor); Bw (25 cm de espesor) y C (80 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en gránulos débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** muestra color pardo; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en gránulos débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo oscuro; contiene más de 90% de fragmentos de roca y textura (al tacto) arcillosa.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.159 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.160, se presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, fragmentos de roca >90% a partir de los 40 cm de profundidad en el perfil; la densidad real es baja (1.90 g/cc). La densidad aparente es media (1.33 g/cc). La porosidad total en el perfil muestra valores medios (30%); existe una ligera

dominancia de la macroporosidad (16%) sobre la microporosidad (14%), estas características indican una adecuada permeabilidad y drenaje. La retención de humedad aprovechable es baja (11%) en todo el perfil y es limitante para el desarrollo de cultivos. Presenta limitaciones físicas a partir de los 15 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.160, los suelos presentan pH neutro (6.7) en el primer horizonte y ligeramente ácido (6.5) en el segundo, los valores se consideran para la disponibilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (6.0%) en el primer horizonte y medio (2.65%) en el segundo, lo que beneficia la capacidad de intercambio de cationes y el suministro parcial de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios (16.68 y 19.81 meq/100 g de suelo), indica un moderado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (11.13 a 10.66 meq/100 g de suelo), los valores son moderados, estos deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (60% y 54%).

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N), es bajo; el fósforo (P), muestra valores altos en el primer horizonte y bajos en el segundo; el potasio (K), posee valores medios en el primer horizonte y bajos en el segundo. De los **cationes,** el calcio (Ca), reporta altos valores; el magnesio (Mg), se encuentra medio en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores,** el cobre (Cu) y zinc (Zn), presentan valores bajos en el perfil; el hierro (Fe), posee contenidos medios en superficie y altos en profundidad; el manganeso (Mn), tiene valores altos. Según los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos del perfil modal (PM 011216)

Estos suelos originados de tobas e ignimbritas presentan moderada evolución, son superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con 92% de fragmentos de roca a partir de los 40 cm de profundidad; pH neutro en superficie; contenidos de materia orgánica altos en el horizonte superficial. Presentan capacidad de intercambio de cationes media al igual que el contenido de bases intercambiables; la saturación de bases y la fertilidad tienen medios valores. El régimen de humedad es “ústico”, porque los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, debido a que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo son las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante y mediana pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil, erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

En las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión ligera a moderada y abundante pedregosidad, superficial tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo y control de incendios forestales.

Para el manejo adecuado de estas fases, es necesario mantener la cobertura vegetal con lo cual se evita la

erosión hídrica. Las plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, se debe plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, elaborando terrazas individuales por planta, los taludes de estas se pueden reforzar con los fragmentos gruesos que tiene el perfil. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para esto se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque.

Se recomienda realizar acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, con esta técnica se reduce la erosión hídrica, la escorrentía que producen las lluvias y se mejora la infiltración del agua de lluvia en el perfil, con lo que permanece más húmedo por más tiempo y con esto se favorece el desarrollo del mismo. En las áreas con pedregosidad superficial se pueden realizar barreras muertas con la piedra existente, y así reducir la escorrentía superficial. El manejo productivo de los bosques debe realizarse bajo un plan de manejo regido por el Servicio Forestal Nacional, que incluya el control de incendios forestales.

Para el establecimiento de las plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere de fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Con respecto a los elementos menores, debe suplementarse el Cobre y el Zinc. De necesitarse riego en los primeros estadios de las plantaciones forestales deberá realizarse por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011216)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases XQCf1, XQCfp1 y XQCfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII ps y grupo de manejo VII ps-2, son suelos con vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de las inclusiones (PI 010522, PI 010502)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 10% del área, contiene el suelo **Typic Ustorthents, familia franca gruesa, activa, no ácida, isotérmica** (PI 010522), se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, densidad aparente baja y porosidad total alta en superficie y baja en profundidad. La retención de humedad aprovechable es media. El pH varía de moderadamente ácido en superficie a ligeramente ácido en profundidad; la materia orgánica (MO), tiene valores medios en superficie y bajos en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los restantes. La saturación de bases (SB), posee valores bajos en superficie y altos profundidad. La fertilidad natural es media (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del área, presenta los suelos **Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, semiactiva, no ácida, isotérmica** (PI 010502), se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural moderado, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, densidad aparente muy baja. La retención de humedad aprovechable es media. El pH es neutro; la materia orgánica (MO), tiene valores altos. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos en superficie y medios en profundidad. La saturación

de bases (SB), posee valores medios en el primer horizonte y aumentan con la profundidad. La fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.4 Unidad XQD

Consociación Cerro Curub: Typic Haplustolls, familia franca gruesa, micácea, superactiva, isotérmica, perfil modal 011104.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Chiquin, caserío La Tejera, fincas El Guayabo, La Laguna, del municipio de Chuarrancho. Aldea Estancia Vieja, caserío Jolomcot, fincas El Cuajilote, El Rodeo, San Nicolas, Malpais, parajes Barranca Negra y Chuapon, comunidad Los Curub, terreno de Villa Vicencio, del municipio de San Raimundo. Así también en los alrededores de los caseríos Los Avix, Los Chajones y Los Quelex, fincas Santa Teresa, Patzuj, Nahuarón, del municipio de San Juan Sacatepéquez. En la finca Santa Cruz Guadalupe, del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 8,646 hectáreas. En la Figura 4.145, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.145 Filas y vigas cubiertas con restos de cultivo de maíz y bosque. Municipio de San Raimundo (Foto: R. Pacheco 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 1,082 mm de precipitación y una altitud media de 1,185 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies nance (*Byrsonima crassifolia)* y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.145, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% del área, por los suelos Typic Haplustolls, familia franca gruesa, micácea, superactiva, isotérmica (perfil modal PM 011104). En un 15% del área, por los suelos Entic

Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión PI 010606). En el 5% restante del área, por los suelos Typic Ustorthents, familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión PI 011029).

La Consociación Cerro Curub presenta las siguientes fases:

- **XQDf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 2,348 ha.
- **XQDfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 205 ha.
- **XQDfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 3,620 ha.
- **XQDgp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 2,473 ha.

A) Descripción del perfil modal (PM 011104)

En la Figura 4.146, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

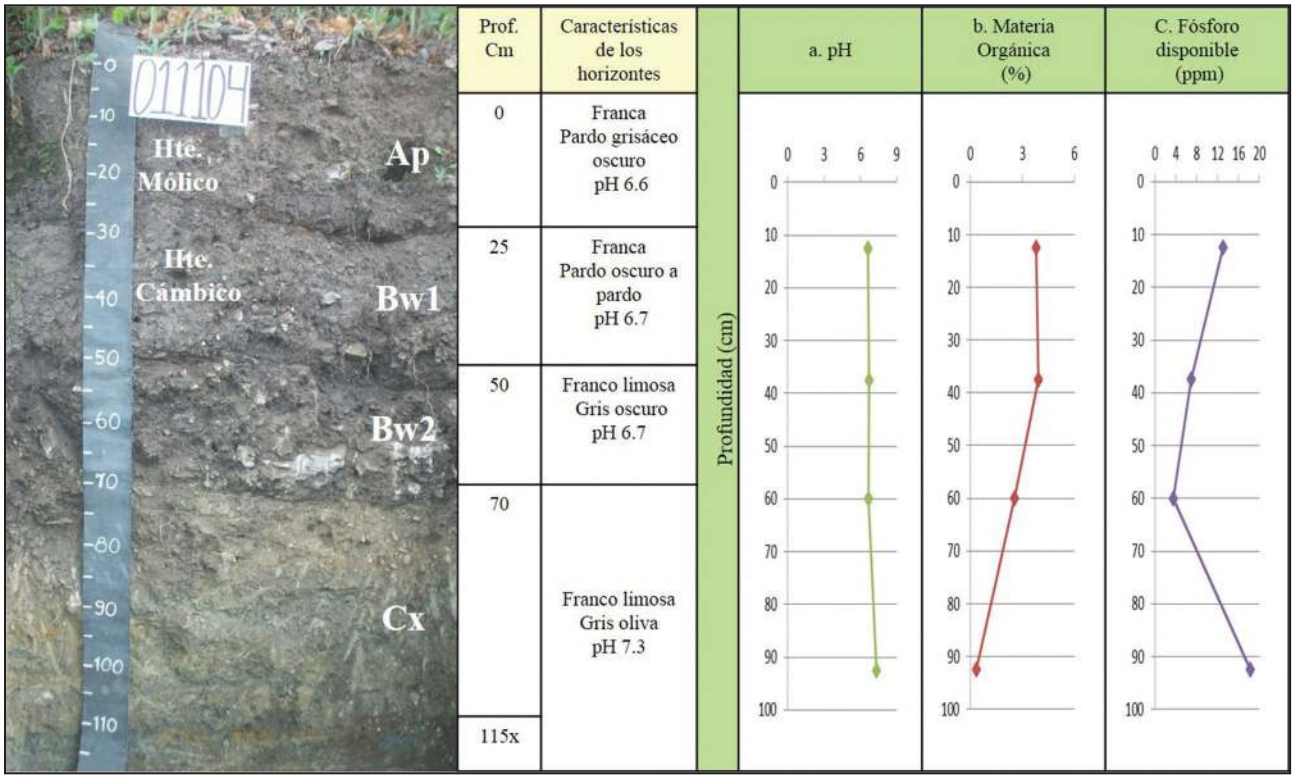


Figura 4.146 Se observan los diferentes horizontes identificados en el PM 011104 de la Consociación Cerro Curub. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011104)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Cerro Curub
Símbolo		XQD
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca gruesa, micácea, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Raimundo
	Aldea	Los Curub
	Caserío, sector, sitio, finca	Los Curub
	Coordenadas planas	X: 491691
		Y: 1638383
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,827
	Línea de vuelo No.	216
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas
Altitud		1,149 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,212 mm
	Temperatura promedio anual	18.9ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo.
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	70 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, güicoy
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, erosión moderada, presencia de material compactado, déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Encino, pino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		07-12-2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; frecuente piedra (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite difuso.
25 – 50 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite difuso.
50 – 70 cm Bw2	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; frecuente piedra (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y plano.
70 – 115 cm Cx	Color en húmedo gris oliva (5Y5/2); textura de campo y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; no hay raíces, no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3, neutro.
115 – 200x cm	*Formaciones superficiales: filitas.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil (PM 011104)

Cuadro 4.161. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011104)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.96	2.46	50.96	24.65	19.41	17.52	15.04	10.71	7.08	37.75	23.22	60.98
25-50	0.93	2.26	34.17	28.06	20.65	19.25	16.29	14.13	4.28	23.28	35.57	58.85
50-70	0.90	2.02	37.48	23.07	20.28	17.13	16.78	10.89	3.48	25.44	30.00	55.45

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	2.33	12.33
25-50	6.7	16.37
50-70	7.41	16.80

Cuadro 4.162. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011104)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	$CaCO_3$		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	48.66	32.46	18.88	F	FAr	25.00	6.6	2.00	3.80	-	-	-	13.04	7.78	Alta
25-50	43.48	37.24	19.28	F	FAr	20.00	6.7	2.06	3.91	-	-	-	6.99		
50-70	40.71	52.73	6.56	FL	FAr	30.00	6.7	1.34	2.54	-	-	-	3.50		
70-115	43.23	52.28	4.49	FL	FL	-	7.3	0.19	0.36	-	-	-	18.24		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g								Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	21.25	12.03	9.22	12.03	9.55	1.62	0.71	0.14	44.97	7.64	3.34	0.67	0.0
25-50	23.61	17.11	6.50	17.11	14.60	1.80	0.49	0.22	61.85	7.63	2.06	0.93	0.0
50-70	19.48	14.50	4.98	14.50	12.43	1.45	0.43	0.19	63.81	7.46	2.22	0.96	0.0
70-115	10.62	12.87		12.87	10.55	1.77	0.34	0.22	99.31	16.63	3.19	2.07	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	56.62	0.66	5.83	13.31	69.60	-	-	-
25-50	72.48	0.54	3.89	9.30	48.76	-	-	-
50-70	74.45	0.85	1.96	10.91	30.51	-	-	-
70-115	SAT	1.39	3.26	101.18	12.64	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.163. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil modal (011104)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)			
	00-25	25-50	50-70	70-115
Interestratificados	tr	tr	+	tr
Micas	++++	++++	++++	++++

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)			
	00-25	25-50	50-70	70-115
Caolinitas	++	++	++	++
Gibsita	tr	tr	tr	tr
Feldespatos	tr	+	+	tr
Calcita	tr	-	-	-
Goetita	-	tr	-	tr

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)			
	00-25	25-50	50-70	70-115
Feldespatos	50	54	63	44
Vidrio volcánico	1	2	6	tr
Cuarzo	20	11	8	8
Hornblenda	1	1	2	tr
Hiperstena	2	10	4	tr
Diópsido	tr	tr	tr	tr
Biotita	tr	2	1	2
Muscovita	5	3	2	4
Magnetita	3	3	tr	tr
Hematita	3	2	4	2
Fragmentos líticos	6	3	6	28
Granos alterados	9	7	10	12
Lamprobolita	tr	1	tr	tr
Fragmentos de toba	tr	1	4	tr

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011104)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.146 y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); Bw1 (25 cm de espesor); Bw2 (20 cm de espesor) y Cx (45 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo grisáceo oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** presenta color pardo oscuro a pardo; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** muestra un color gris oscuro; textura (de laboratorio) franco limosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cx,** es de color gris oliva; textura (de laboratorio) franco limosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.161 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.162, se presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; la densidad real presenta valores bajos (2.46 - 2.02 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.96 a 0.90 g/cc). La porosidad total varía de muy alta (61%) en el primer horizonte, a alta (59% y 55%); existe un balance entre

los microporos con valores de 23% a 36%, y los macroporos cuyos valores están entre el 23 y el 38%; estas características indican una adecuada permeabilidad y drenaje; la retención de humedad aprovechable es baja (17%-10%), lo que es limitante para el desarrollo de cultivos. Presenta limitaciones mecánicas a partir de los 70 cm de profundidad, por material compactado lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.162, se encuentra un pH neutro (6.6 a 7.3); estos valores son adecuados para la disponibilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.80%) a bajo (0.36%), el mayor valor corresponde al horizonte superficial y se reduce a medida que profundiza, esta característica se relaciona con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos útiles a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en superficie y se reduce en profundidad, indica un potencial adecuado para retener nutrientes útiles para las plantas. Se presenta una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) media (12.03 a 17.11 meq/100 g de suelo); esta reserva se considera moderada para la mayoría de cultivos, deben incrementarse. La saturación de bases (SB) es alta (entre 58% y 99%).
Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos, y el potasio (K), valores altos. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), es alto y el magnesio (Mg), se encuentran en cantidades medias.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores bajos; el zinc (Zn), cantidades medias, excepto en el tercer horizonte presenta cantidades bajas; el hierro (Fe), presenta contenidos bajos en el segundo horizonte, altos en el cuarto y medios en los demás, el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

La **mineralogía** reportada en el Cuadro 4.163, en la fracción arcilla presenta dominancia de las micas y las caolinitas, en menor cantidad, la gibsita, calcita, goetita, interestratificados y feldespatos. En la fracción arena son dominantes los feldespatos y se presentan en menor cantidad, el cuarzo, la hiperstena, los granos alterados y los fragmentos líticos, fragmentos de toba, moscovita, diópsido, lamprobolita, magnetita, hematita, vidrio volcánico, hornblenda y biotita.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011104)

Estos suelos originados de filitas, esquistos, serpentinitas, anfibolitas, basaltos, diabasas y calizas, presentan moderada evolución, son moderadamente superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas y material compactado a partir de los 70 cm de profundidad; el pH es neutro. Los contenidos de materia orgánica en superficie presentan valores medios; la capacidad de intercambio de cationes es alta, el contenido de bases intercambiables es medio; la saturación de bases y la fertilidad es alta. El régimen de humedad de los suelos es “ústico”, es decir que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura de los suelos oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, son las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), presencia de pedregosidad superficial en algunas áreas, erosión ligera y moderada, material compactado y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión moderada y mediana pedregosidad superficial tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional que incluyan planes de control de incendios forestales.

La fase que tiene pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión moderada, presenta capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En las fases con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de las gotas de lluvia y así evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. . El manejo productivo de los bosques debe realizarse bajo un plan de manejo regido por el Servicio Forestal Nacional, que incluya el control de incendios forestales.

Respecto a la fertilización química, se necesitan los nutrientes Nitrógeno y Fósforo. Con respecto a los elementos menores, debe suplementarse el Cobre, Zinc y Hierro. Si se necesitara riego en los primeros estadios de las plantas forestales deberá realizarse por medio de aspersión o goteo.

Para la fase de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es necesario reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011104)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases XQDf2, XQDfp1 y XQDfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupos de manejo VII p-1; son suelos con vocación forestal. La fase XQDgp2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de la fase, por favor consultar el Capítulo 5 denominado “Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso” y busque la descripción del grupo de manejo que corresponde a la fase de su interés.

F). Breve descripción de la inclusión (PI 010606, PI 011029)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 15% del área, contiene los suelos **Entic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica**

(**PI 010606**), se caracterizan por ser muy superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, densidad aparente baja. La porosidad total es media en superficie y aumenta en profundidad, la retención de humedad aprovechable tiene valores muy bajos, pH ligeramente alcalino en el primer horizonte y moderadamente alcalino en el segundo; la materia orgánica (MO), presenta valores altos en superficie y desciende en profundidad, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), muestra valores altos en el primer horizonte y se reduce en profundidad; la saturación de bases (SB), es alta. La fertilidad natural es media (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene los suelos **Typic Ustorthents, familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 011029),** se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja en superficie y desciende en profundidad. La porosidad total presenta valores medios; la retención de humedad aprovechable es baja y disminuye en profundidad, el pH es moderadamente ácido en el primer horizonte y neutro en los siguientes; la materia orgánica (MO), presenta contenidos medios en superficie y desciende en profundidad, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos y la saturación de bases (SB), valores medios. La fertilidad natural es media (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.5 Unidad XQE

Consociación Joya Linda: Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011021.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos Joya Linda, Los Caneles y Patzul; en la finca San Miguel Pachum; y en áreas de la colonia San Jorge, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 768 hectáreas. En la Figura 4.147, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.147 Lomas con agricultura y bosque.
Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 1,146 mm de precipitación y una altitud media de 1,080 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.147, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%); y ligeramente escarpadas (25 al 50%); correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de su superficie, por los suelos Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011021), en un 15% del área por los suelos Typic Haplustepts, familia franca fina sobre fragmental, superactiva, isotérmica (perfil inclusión PI 011019) y el restante 5% por otros suelos no identificados a la escala del estudio.

La Consociación Joya Linda presenta las siguientes fases:

- **XQEdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. La fase tiene un superficie de 105 ha.
- **XQEe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 44 ha.
- **XQEep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 143 ha.
- **XQEep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 476 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011021)

En la Figura 4.148, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

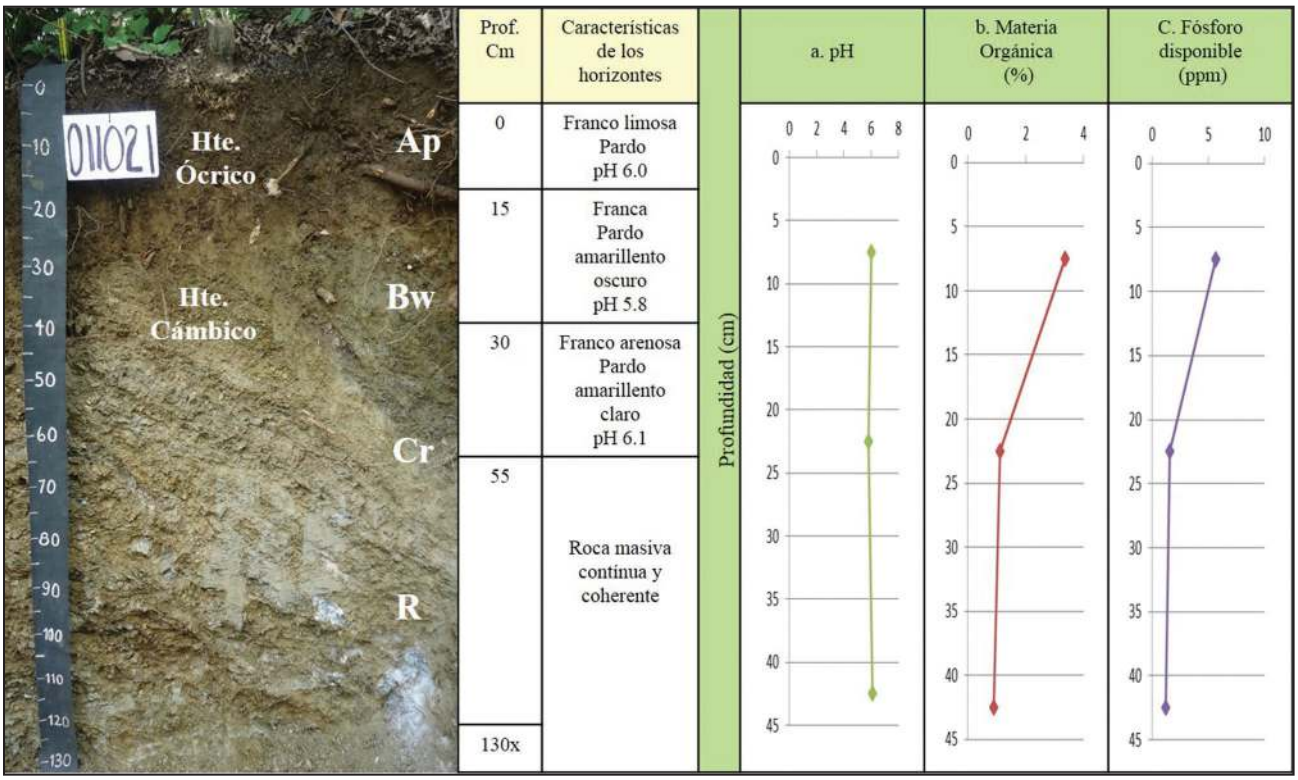


Figura 4.148 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011021) de la Consociación Joya Linda. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011021)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Joya Linda
Símbolo		XQE
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	Joya Linda
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 483564
		Y: 1640661
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,712
	Línea de vuelo No.	215
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,034 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm
	Temperatura promedio anual	18.9ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Erosión moderada, presencia de fragmentos roca en el perfil, pedregosidad superficial contacto lítico, déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de encino y pino

Describió	Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción	14-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo pardo (10YR4/3); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; poca grava (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
15 – 30 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; poca grava (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
30 – 55 cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo limosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (10%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios; sin raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
55 – 130 cm R	Roca masiva continua y coherente.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011021)

Cuadro 4.164. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011021)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	1.07	1.99	50.90	28.35	24.07	22.58	18.70	17.93	11.26	24.36	21.87	46.23
15-30	0.93	1.91	38.46	22.27	20.48	18.72	14.33	11.75	8.90	23.98	27.32	51.31

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-15	20.22	12.82
15-30	8.73	11.58

Cuadro 4.165. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011021)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	$CaCO_3$		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	31.88	60.03	8.09	FL	FArL	15.00	6.0	3.36	6.38	-	-	-	5.68	6.24	Media
15-30	36.31	47.42	16.27	F	ArL	10.00	5.8	1.11	2.10	-	-	-	1.56		
30-55	55.28	37.49	7.23	FA	L	10.00	6.1	0.89	1.69	-	-	-	1.21		
55-130	-	-	-	-	-	95.00	-	-	-	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	18.80	13.50	5.30	13.46	9.08	4.00	0.22	0.16	0.04	48.30	21.28	1.17	0.85	0.3
15-30	14.81	15.16	-	14.76	9.20	5.28	0.10	0.18	0.40	62.12	35.65	0.68	1.22	2.6
30-55	8.54	13.03	-	12.83	7.91	4.64	0.10	0.18	0.20	92.62	54.33	1.17	2.11	1.5

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	71.60	1.19	0.46	148.00	10.40	-	-	-
15-30	99.66	1.19	0.20	84.00	5.51	-	-	-
30-55	SAT	0.20	0.20	17.50	2.97	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011021)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.148 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (15 cm de espesor); Bw (15 cm de espesor); Cr (25 cm de espesor) y R (75 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo; textura (de laboratorio) franco limosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** posee color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cr,** exhibe color pardo amarillento claro; textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme. El horizonte **R,** es masivo, continuo y coherente.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.164, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.165, los suelos presentan texturas (de laboratorio), moderadamente gruesas, contacto lítico o rocoso a partir de los 55 cm de profundidad; la densidad real presenta valores bajos (1.99 y 1.91 g/cc). La densidad aparente tiene valores bajos en superficie (1.07 g/cc), y muy bajos en profundidad (0.93 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (46% a 51%); estos valores muestran una ligera dominancia de la macroporosidad (24%) sobre la microporosidad (22% a 27%); estas características permiten una adecuada permeabilidad y drenaje; la retención de humedad aprovechable es media (13%-12%). Estas condiciones indican un drenaje interno y una retención de humedad moderados. Presenta limitaciones mecánicas a partir de los 55 cm de profundidad, por contacto lítico o rocoso lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.165, el pH es moderadamente ácido (6.0 y 5.8) en el primer y segundo horizonte, y ligeramente ácido (6.1) en el tercero; que no inciden en la disponibilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (6.38%) a bajo (1.69%), el mayor valor corresponde al horizonte superficial y se reduce a medida que se profundiza, estas características afectan la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos útiles a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en superficie y disminuye en profundidad, presentan un potencial moderado para retener nutrientes útiles para las plantas. Se presenta una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) con valores medios (14.76 a 12.83 meq/100 g de suelo); esta reserva se considera moderada para la mayoría de cultivos, deben suplementarse. La saturación de bases (SB) es alta (entre 72 a 100%).

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todo el perfil; el potasio (K), muestra valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes. En cuanto a los **cationes**, el calcio (Ca), está en cantidades altas en todos los horizontes al igual que el magnesio (Mg).

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), tiene contenidos medios en el tercer horizonte y altos en los demás; el manganeso (Mn), posee cantidades altas en el primer horizonte, medias en el segundo y bajas en el tercero. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011021)

Estos suelos originados de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son moderadamente superficiales; con drenaje moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio), moderadamente gruesas y contacto lítico a partir de los 55 cm de profundidad; pH moderadamente ácido en la superficie; contenidos altos de materia orgánica en el horizonte superficial. La capacidad de intercambio de cationes es media; los contenidos de bases intercambiables son medios; la saturación de bases es alta y la fertilidad es media. El régimen de humedad del suelo está calificado como "ústico", debido a que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0ºC a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, son las pendientes fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, suelos moderadamente superficiales, tienen contacto lítico a los 55 cm de profundidad, erosión ligera y moderada, mediana y abundante pedregosidad superficial; deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase que presenta pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), con erosión moderada y mediana pedregosidad superficial, tienen capacidad de uso agrícola, y posee aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas, también tiene aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Las fases que tienen pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) erosión moderada, mediana y abundante pedregosidad superficial, son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de

plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos con capacidad uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, las prácticas recomendadas son sembrar al contorno siguiendo las curvas de nivel y realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil del suelo. Este aumento de humedad, favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas.

Las áreas existentes con pedregosidad superficial no se pueden mecanizar. Si se necesita arar debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica, y se puede elaborar barreras muertas con la piedra presente.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Con respecto a las fases de capacidad de uso agroforestal, se considera necesario implementar fuertes prácticas de conservación de suelo y aguas, como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas y barreras muertas utilizando el material presente en el área. Realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de humedad, favorece la evolución y mejora las condiciones físicas y químicas de los suelos. Se recomienda elaborar terrazas individuales por planta. Si se quieren utilizar para el cultivo de granos básicos u otros cultivos intensivos, es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con los fragmentos de roca presentes en el área; asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, bancos forrajeros, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, en todas las fases debe mantener e incluso incrementarse el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita aplicaciones de los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. Se requiere riego en la época seca por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011021)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase XQEdp2 pertenece a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-2, son suelos con vocación agrícola. Las fases XQEe2 y XQEep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-8 y la fase XQEep1 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-4, son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011019)

Esta unidad cartográfica contiene, como inclusión en un 15% de su superficie, a los suelos **Typic Haplustepts, familia franca fina sobre fragmental, superactiva, isotérmica (PI 011019)**, se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, densidad aparente muy baja, porosidad total muy alta en superficie y alta en profundidad. La retención de humedad aprovechable baja, pH ligeramente ácido. La materia orgánica (MO), tiene valores medios. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee contenidos altos. Con saturación de bases (SB), alta y la fertilidad natural es muy alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.6 Unidad XQF

Consociación La Tejara: Typic Dystrustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica, perfil modal 011211.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones, de las comunidades Tierra Blanca, Lo de Lac, Las Cruces y La Tejara del municipio de Chuarrancho. Así también en el cerro El Chayal, caseríos El Chayal y La Joya; finca Las Pilas y la aldea Joya Dos mil del municipio de Palencia. La unidad cartográfica abarca una extensión de 929 hectáreas. En la Figura 4.149, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.149 Lomas con agricultura y árboles dispersos. Municipio de Chuarrancho (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 784 mm de precipitación y una altitud media de 1,046 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.149, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal está compuesta por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas, en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de su superficie, por los suelos Typic Dystrustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011211). El 15% del área total por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010515). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación La Tejara presenta las siguientes fases:

- **XQFd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 11 ha.
- **XQFdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 50 ha.
- **XQFdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial, erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 98 ha.
- **XQFe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 36 ha.
- **XQFep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial, erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 351 ha.
- **XQFep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial, erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 383 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011211)

En la Figura 4.150, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

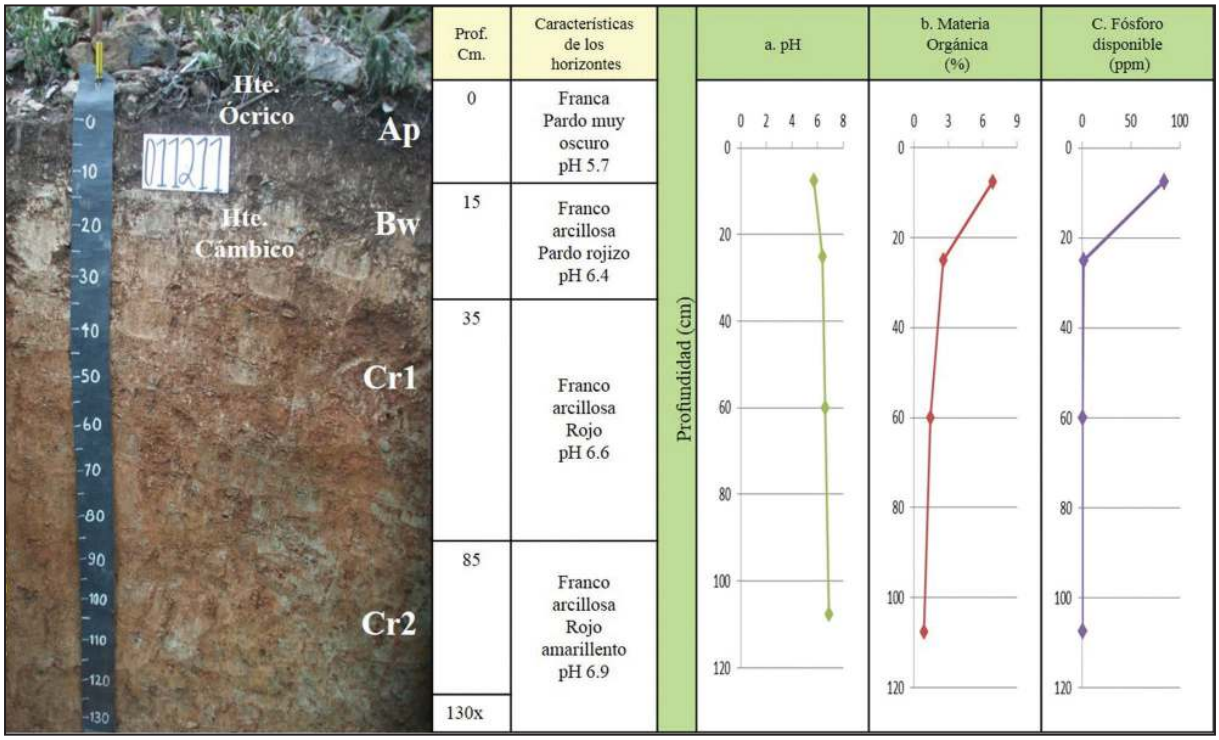


Figura 4.150 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011211) de la Consociación La Tejara. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011211)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Tejara
Símbolo		XQF
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Dystrustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chuarrancho
	Aldea	Las Cruces
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 504682
		Y: 1640506
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,732
	Línea de vuelo No.	215
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,082 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	756 mm
	Temperatura promedio anual	18.9ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	50 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	35 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, abundante pedregosidad superficial, fragmentos de roca en el perfil y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Relictos de bosque natural compuesta por especies de pino, encino y latifoliadas
Describió		César David García Sic, William Hernán González Martínez

Fecha de descripción	20-07-2012
Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ligera al HCl, moderado al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
15 – 35 cm Bw	Color en húmedo pardo rojizo (5YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; frecuente piedra (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, moderada al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
35 – 85 cm Cr1	Color en húmedo rojo (2.5YR4/8); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; extremadamente abundante piedra (65%), irregular, alteración mediana, de naturaleza metamórfica; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, moderada al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
85 – 130 cm Cr2	Color en húmedo rojo amarillento (5YR5/8); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillosa; extremadamente abundante piedra (80%), irregular, alteración mediana, de naturaleza metamórfica; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ligera al HCl y moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011211)

Cuadro 4.166. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011211)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	1.36	6.50	55.26	36.58	28.80	23.86	21.65	12.75	11.31	37.86	41.21	79.08
15-35	1.14	1.70	42.03	32.36	22.51	18.14	17.41	12.41	11.20	15.30	17.64	32.94
35-85	1.11	2.07	44.18	39.30	24.04	19.10	18.23	13.65	11.26	21.14	25.24	46.38

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-15	22.82	17.49
15-35	16.11	11.31
35-85	17.24	12.78

Cuadro 4.167. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011211)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-15	41.52	32.56	25.92	F	ArA	20.00	5.7	3.62	6.87	-	-	-	83.99	7.47	Alta
15-35	31.70	36.97	31.33	FAr	ArL	30.00	6.4	1.34	2.54	-	-	-	1.53		
35-85	30.97	39.24	29.79	FAr	ArL	65.00	6.6	0.75	1.43	-	-	-	0.37		
85-130	27.66	41.7	30.64	FAr	ArA	80.00	6.9	0.46	0.87	-	-	-	0.32		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	23.93	12.50	11.43	12.48	9.02	2.74	0.55	0.17	0.02	37.69	11.45	2.30	0.71	0.2
15-35	23.93	10.68	13.25	10.66	7.91	2.46	0.13	0.16	0.02	33.05	10.28	0.54	0.67	0.2
35-85	29.62	12.25	17.37	12.23	8.25	3.68	0.12	0.18	0.02	27.85	12.42	0.41	0.61	0.2
85-130	14.81	12.42	2.39	12.40	7.21	4.85	0.17	0.17	0.02	48.68	32.75	1.15	1.15	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	52.15	1.10	2.84	50.00	32.00	-	-	-
15-35	44.55	0.87	1.01	10.40	3.40	-	-	-
35-85	41.29	0.20	1.67	1.00	5.61	-	-	-
85-130	83.73	0.20	1.16	2.08	8.07	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011211)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.150 y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (15 cm de espesor); Bw (20 cm de espesor); Cr1 (50 cm de espesor) y Cr2 (45 cm de espesor). El horizonte **Ap**, tiene color pardo muy oscuro; de textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** es de color pardo rojizo; de textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cr1,** muestra un color rojo; de textura (de laboratorio) franco arcillosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cr2** tiene color rojo amarillento; de textura (de laboratorio) franco arcillosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.166, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.167, los suelos tienen texturas (de laboratorio), moderadamente finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca a partir de 35 cm de profundidad; densidad real con valores altos (6.5 g/cc) en superficie y disminuyen en profundidad (1.70 y 2.07 g/cc). La densidad aparente tiene valores medios (1.36 g/cc) en superficie, y disminuye con la profundidad (1.14 y 1.11 g/cc). La porosidad total presenta valores altos (79%) en superficie y se reducen en profundidad (33% a 46%); existe una ligera dominancia de los microporos con valores de 41% a 18%, mientras que los valores de los macroporos están entre 38% y 15%;

estas características indican una adecuada permeabilidad y drenaje; la retención de humedad aprovechable es baja (11% y 17%), condición limitante para el desarrollo de las plantas. Presenta limitaciones mecánicas a partir de los 35 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca (65%), lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** de los suelos indicados en el Cuadro 4.167, el pH es moderadamente ácido (5.7) en el primer horizonte, ligeramente ácido (6.4) en el segundo y neutro (6.6 y 6.9) en los siguientes; estos valores son adecuados para la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (6.87%) a bajo (0.87%), el mayor valor corresponde al horizonte superficial y disminuye en profundidad, estas características afectan la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos útiles a los organismos; por su importancia, los contenidos de materia orgánica deben mantenerse, e incluso incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (24 a 30 meq/100 g de suelo), en los horizontes superiores, esto indica que presentan un potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) media (16.66 a 12.48 meq/100 g de suelo); estos valores son moderados para la mayoría de cultivos, deben incrementarse. La saturación de bases (SB) es alta (52% y 84%) en el primero y el último horizonte, es media (45% y 41%) en los demás.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), es bajo en todo el perfil, el contenido de fósforo disponible (P), es alto en el primer horizonte y bajo en los siguientes, el potasio (K), presenta contenido alto en el primer horizonte y bajo en los demás. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidad altas en todo el perfil; el magnesio (Mg), posee nivel medio en el primer y segundo horizonte y alto en los demás.

En relación a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y Zinc (Zn), presentan valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en el primer horizonte, medio en el segundo y bajo en los siguientes; el manganeso (Mn), tiene valor alto en el primer horizonte, bajo en el segundo y medio en los siguientes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011211)

Estos suelos se han originado de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son superficiales; bien drenados; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; extremadamente abundantes fragmentos de roca a partir de los 35 cm de profundidad; pH moderadamente ácido; contenidos altos de materia orgánica en el horizonte superficial. Presentan capacidad de intercambio de cationes alta, contenidos de bases intercambiables medios; saturación de bases alta en superficie y fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", ya que son suelos que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El Régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", esto quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15 a 22 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo, son pendientes de fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada, mediana y abundante pedregosidad superficial, extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil a partir de los 35 cm de profundidad y déficit de agua en época seca.

Estas tierras tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones

agroforestales, con cultivos permanentes bajo fuertes prácticas de manejo del suelo. Asimismo, tiene vocación para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; aumentar la intensidad de las mismas, conforme aumenta la pendiente; debe sembrarse al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y barreras muertas con la piedra existente. Asimismo, se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil, favoreciendo el desarrollo y mejora de las propiedades físicas y químicas. Estos suelos no se pueden mecanizar y deben mantenerse con cobertura vegetal para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos. Si se utilizaran para agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con fragmentos de roca presentes en el área o vegetación nativa.

Es muy importante mantener e incrementar el contenido de materia orgánica, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, bancos forrajeros, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, se necesitan los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo, los micronutrientes Cobre y Zinc deben aplicarse en forma foliar. Necesitan riego en la época seca, con aplicaciones ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011211)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase XQFd1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-2, las fases XQFdp1 y XQFdp2 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-3; las fases XQFe2, XQFep1 y XQFep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-3, estas tierras poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 010515)

Esta unidad cartográfica contiene, como inclusión en un 15% de su superficie, los suelos **Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica (PI 010515),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, densidad aparente muy baja. La porosidad total muy alta. La retención de humedad aprovechable tiene valores medios. El pH es neutro en todo el perfil. La materia orgánica (MO) es alta en superficie y disminuye en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB) son altas. La fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.7 Unidad XQG

Consociación Vuelta Grande: Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, no ácida, isotérmica, perfil modal 011014.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Entisol y se encuentran a inmediaciones del cerro La Campana del municipio de Chinautla; la aldea Vuelta Grande del municipio de Chuarrancho. En los alrededores de la finca Las Palmas, caseríos Los Canes y Los Guates, aldea Suacité del municipio de San Juan Sacatepéquez. Asimismo en los alrededores del Cerro El Apazote del municipio de San Pedro Ayampuc. Del Cerro Curub, aldea El Carrizal, fincas El Carrizal, San Carlos y San Francisco; paraje Horno de Cal, caseríos Las Joyas y Los Ayapanes, labores El Cedro y El Jaboncillo, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 3,509 hectáreas. En la Figura 4.151, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.151 Lomas con bosque, arbustos y pastos. Municipio de Chuarrancho (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 1,047 mm de precipitación y una altitud media de 1,237 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), nance (*Byrsonima crassifolia)* y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.151, la cobertura vegetal es bosque natural y el uso principal ganadería extensiva.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%); correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional en relieve de lomas.

La unidad cartográfica está compuesta, en un 75%, por los suelos Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, no ácida, isotérmica (perfil modal PM 011014); en un 15% del área, por los suelos Typic Ustorthents, familia fragmental, no ácida, isotérmica (perfil inclusión PI 011206) y el 10% restante del área, por los suelos Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión PI 010709).

La Consociación Vuelta Grande presenta las siguientes fases:

- **XQGd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 102 ha.
- **XQGdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 92 ha.
- **XQGe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 190 ha.
- **XQGe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 826 ha.
- **XQGep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 204 ha.
- **XQGep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 2,095 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011014)

En la Figura 4.152, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

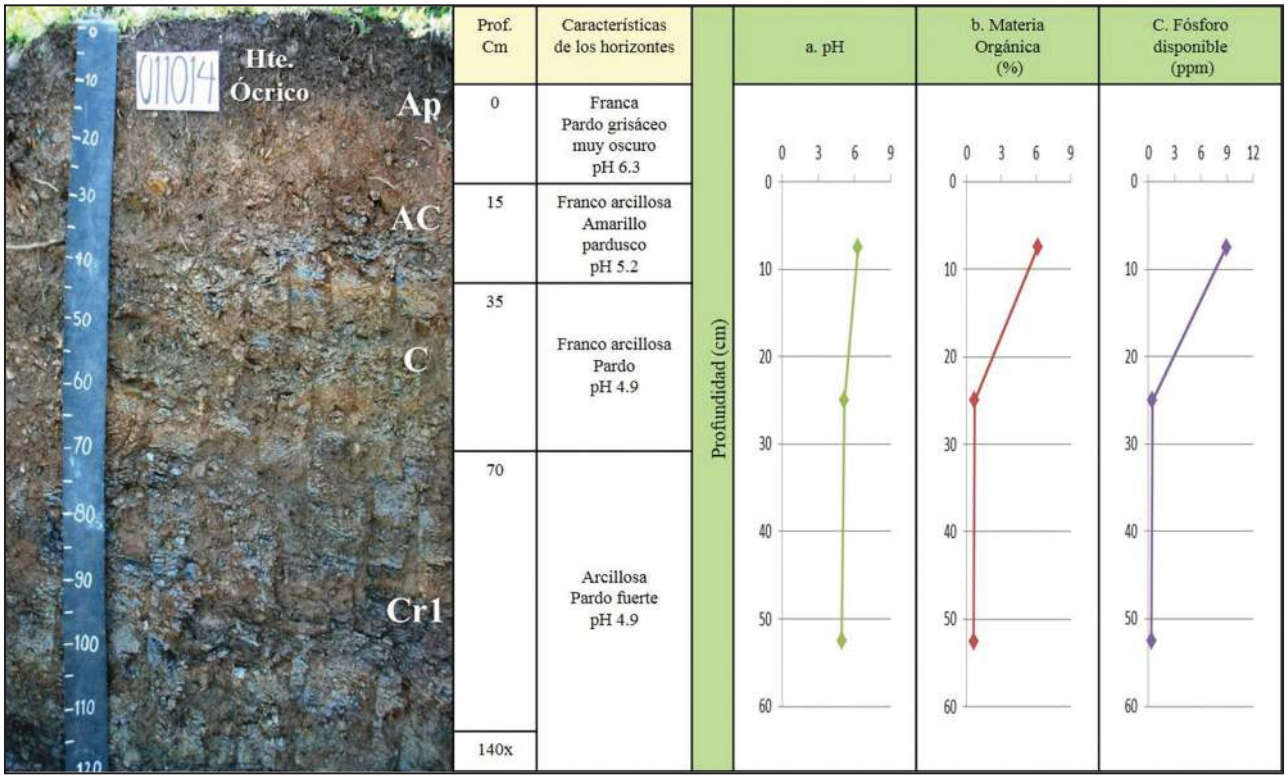


Figura 4.152 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011014), de la Consociación Vuelta Grande. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011014)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Vuelta Grande
Símbolo		XQG
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	Suacité
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 486317
		Y: 1638460
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,833
	Línea de vuelo No.	216
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas
Altitud		1,390 m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm.
	Temperatura promedio anual	18.9 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	21.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Poca
	Superficie cubierta	3%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	15 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	Pastos
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		8/14/2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
15 – 35 cm. AC	Color en húmedo amarillo pardusco (7.5YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, medianos y gruesos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.2, fuertemente ácido; límite gradual y ondulado.
35 – 70 cm. C	Color en húmedo pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; extremadamente abundante fragmentos de laja (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos y gruesos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 4.9, muy fuertemente ácido ; límite gradual y ondulado.
70 – 140 cm. Cr1	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR4/6); textura de campo arcillosa; fragmentos de roca (95%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica. sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil (PM 011014)

Cuadro 4.168. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011014)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	1.05	2.24	53.30	30.06	28.73	24.96	23.25	21.54	10.71	24.49	28.63	53.13
15-35	1.42	1.57	33.28	24.24	23.56	22.95	19.99	17.21	11.66	2.79	6.76	9.55

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-15	26.61	18.02
15-35	22.13	11.90

Cuadro 4.169. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011014)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	47.72	30.88	21.4	F	ArL	20.00	6.3	3.24	6.16	-	-	-	8.94	6.01	Media
15-35	32.03	35.07	32.9	FAr	Ar	40.00	5.2	0.36	0.68	-	-	-	0.47		
35-70	35.50	26.06	38.44	FAr	Ar	70.00	4.9	0.32	0.60	-	-	-	0.37		
70-140					Ar	95.00				-	-	-			

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-15	26.77	19.04	7.73	19.04	13.37	4.94	0.72	0.01		49.92	18.46	2.69	0.04	0.0
15-35	19.37	9.82	9.55	9.82	2.20	7.12	0.46	0.04		11.36	36.78	2.36	0.20	0.0
35-70	21.08	8.99	12.08	8.99	1.05	7.76	0.11	0.08		4.98	36.80	0.52	0.37	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	71.12	1.38	3.55	75.16	134.66	-	-	-
15-35	50.70	1.38	0.47	37.58	10.23	-	-	-
35-70	42.67	1.38	0.52	30.13	3.42	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011014)

Estos suelos son de baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.152 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (15 cm de espesor); AC (20 cm de espesor); C (35 cm de espesor) y Cr1 (70 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **AC,** presenta color amarillo pardusco; textura (de laboratorio) franco arcillosa; con abundantes fragmentos de roca, sin estructura (masivo). El horizonte **C,** tiene color pardo; textura (de laboratorio) franco arcillosa; sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme; el horizonte **Cr1,** es de color pardo fuerte con presencia de fragmentos de roca >90% (fragmental).

Con respecto a los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.168, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.169, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con abundantes fragmentos de roca a partir de los 35 cm de profundidad; la densidad real presenta valores entre 2.24-1.57 g/cc. La densidad aparente tiene valores muy bajos (1.05 g/cc) en superficie y aumenta con la profundidad (1.42 g/cc). La porosidad total varía de alta (53%) en el primer horizonte a baja (9%) en los restantes; valores del 24% y el 7% corresponden a los macroporos y entre 29% a 7% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de micro sobre macroporosidad, que está relacionada con las texturas moderadamente finas. La retención de humedad aprovechable es baja (18%-12%), estas condiciones indican un drenaje interno moderado con baja retención de humedad en el horizonte superficial. Presenta limitaciones físicas a partir de los 15 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca, los cuales aumentan en profundidad, lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** los suelos indicados en el Cuadro 4.169, se presenta un pH ligeramente ácido (6.3) en el primer horizonte, fuertemente ácido (5.2) en el segundo y muy fuertemente ácido (4.9) en el tercero, el pH se considera adecuado hasta los 15 cm, mientras que en profundidad pueden afectar el desarrollo de algunos cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varia de alto (6.16%) en el primer horizonte a bajo (0.68% a 0.60%) en los demás, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas; debido a su importancia, los valores de materia orgánica deben mantenerse en el horizonte superficial y aumentarse de manera urgente en los horizontes subsuperficiales.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es adecuada, ya que los valores son altos (27 – 21 meq/100 g de suelo), lo cual indica un potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) media (19.04 meq/100 g de suelo) y baja (8.9 meq/100 g de suelo), deben suplementarse para una adecuada producción agrícola. La saturación de bases (SB), es alta (71% y 51%), en los horizontes superficiales y baja en el tercero (43%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos; el potasio (K), tiene contenidos altos en los dos primeros horizontes y bajos en el tercero. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), presenta contenidos altos en el primer horizonte y bajos en los siguientes, el magnesio (Mg), tiene altos valores.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos; el zinc (Zn), presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás; el hierro (Fe), presenta contenidos altos, el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades bajas en el tercer horizonte y altas en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011014)

Estos suelos se han originado de filitas, esquistos, serpentinitas, anfibolitas, basaltos, diabasas y calizas, de baja evolución, son suelos muy superficiales; de drenaje natural bueno; de texturas (de laboratorio), moderadamente finas; abundantes fragmentos de roca en el perfil a partir de los 15 cm de profundidad; pH ligeramente ácido en superficie; contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte. Presentan alta capacidad de intercambio de cationes en el primer horizonte, con contenidos medios de bases intercambiables en superficie; niveles altos de saturación de bases en el horizonte superficial y fertilidad media. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, o sea que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de

temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes se vinculan con las pendientes fuertemente inclinadas y ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos de roca en el perfil, material compactado, erosión ligera y moderada; las deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Estas tierras tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente, para la producción de madera, bajo planes de manejo, que incluyan planes de control de incendios forestales.

Para el adecuado manejo es necesario mantener la cobertura vegetal como protección y así evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se sugiere mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad favorece el desarrollo y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesitan principalmente los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc.

Se necesita riego en la época seca ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011014)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases XQGd1, XQGdp1, XQGe1, XQGe2, XQGep1 y XQGep2 pertenecen a la clase VII, subclase VII s y grupo de manejo VII s-1, son tierras de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de la inclusión (PI 011206, PI 010709)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 15% del área; contiene los suelos **Typic Ustorthents, familia fragmental, no ácida, isotérmica (PI 011206)**, se caracterizan por ser muy superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo. Las texturas (de laboratorio) moderadamente finas; la densidad aparente tiene valores bajos, la porosidad total presenta valores medios, la retención de humedad aprovechable muestra cantidades bajas en todo el perfil, pH neutro, materia orgánica (MO) y capacidad de intercambio de cationes (CICA), son altas. La saturación de bases (SB), tiene valores medios, la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del área, contiene los suelos **Dystric Haplustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 010709)**, se caracterizan por ser superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo. Las texturas (de laboratorio) moderadamente finas; la densidad aparente es baja en superficie y asciende en profundidad, la porosidad total es baja en superficie y aumenta en profundidad. La retención de humedad aprovechable es baja, el pH es ligeramente ácido en superficie y desciende en profundidad, la materia orgánica (MO), es media en el primer horizonte y baja en los demás y la capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos y la saturación de bases (SB), es baja en superficie y alta en profundidad, la fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.8 Unidad XQH

Consociación Agua Caliente: Typic Durustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, superficial, perfil modal 010405.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío El Planeta; las fincas San José Agua Caliente y Los Encuentros de Navajas; las colonias San Mauricio, Santa Elena y San Carlos; del municipio de San José del Golfo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 65 hectáreas. En la Figura 4.153, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.153 Mesa con pastos para ganadería extensiva y bosque. Municipio de San José del Golfo (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 761 mm de precipitación y una altitud media de 907 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.153, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal está representada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de pómez; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve mesa.

La unidad cartográfica, está compuesta por en un 85% del total del área, por los suelos Typic Durustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, superficial (perfil modal, PM 010405) y en el 15% restante, por los suelos Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 010406).

La Consociación Agua Caliente presenta las siguientes fases:

- **XQHb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 8 ha.
- **XQHc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 a 12 %) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 57 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010405)

En la Figura 4.154, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

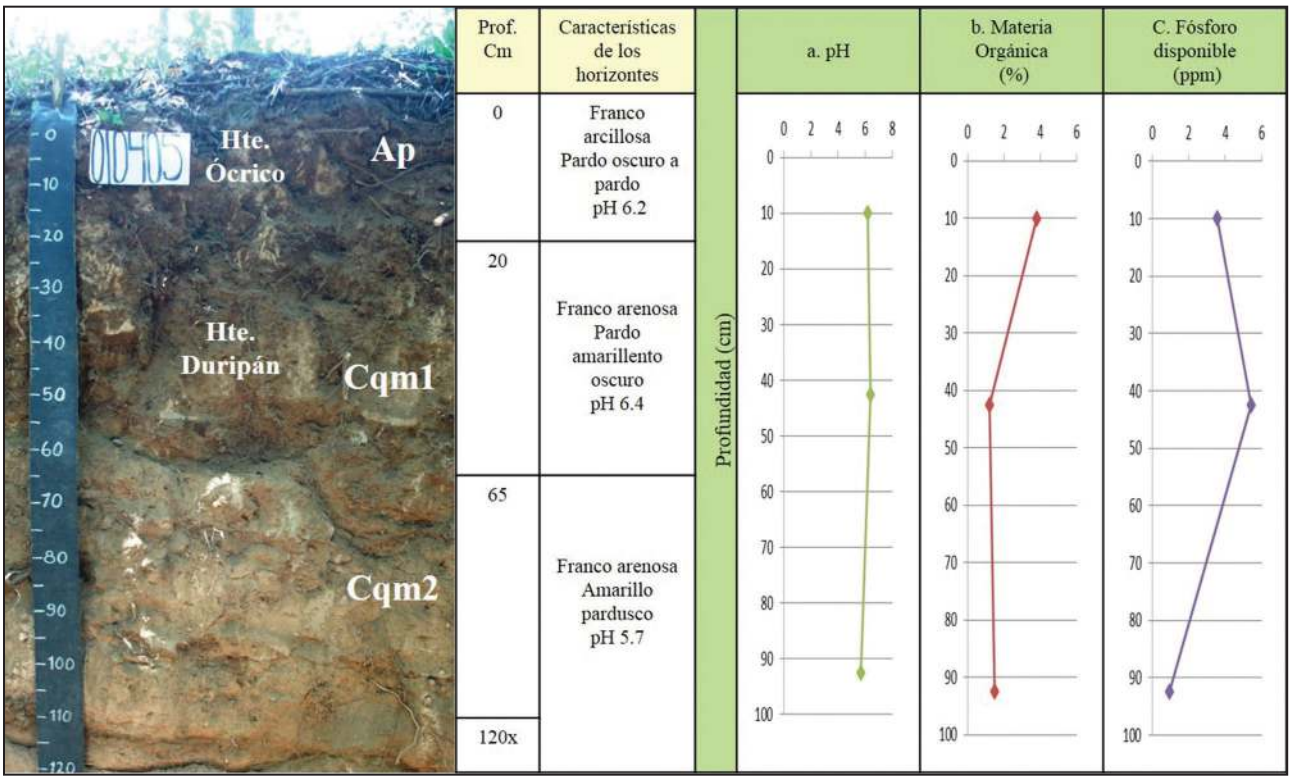


Figura 4.154 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010405) de la Consociación Agua Caliente. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010405)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Agua Caliente
Símbolo		XQH
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Duripán
Taxonomía del suelo		**Typic Durustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, superficial**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José del Golfo
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio , finca	Camino a Encuentro Las Navajas
	Coordenadas planas	X: 514501
		Y: 1632608
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,401
	Línea de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Mesa
	Forma del terreno	Plano de mesa
Material Parental		Pómez
Altitud		910 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7%.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	761 mm
	Temperatura promedio anual	18.9 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	23.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	20 cm
	Limitante	Capa cementada
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	Pastos
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente inclinadas, presencia de capa cementada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies de pino, encino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		17-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 65 cm Cqm1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
65 – 120 cm Cqm2	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, muy finos y finos; pocas raíces , finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido.
Observaciones	*El horizonte Cqm, presenta características de duripán (talpetate).*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010405)

Cuadro 4.170. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010405)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.02	1.67	51.08	40.98	35.36	28.57	23.33	19.63	13.48	11.98	26.94	38.92
20-65	0.96	1.99	50.56	43.90	35.68	22.52	16.21	15.97	9.05	15.23	36.53	51.76

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	15	21.88
20-65	9.12	26.63

Cuadro 4.171. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010405)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	39.70	28.42	31.88	FAr	Ar	-	6.2	2.01	3.82	-	-	-	3.55	7.13	Alta
20-65	71.52	16.87	11.61	FA	AF	3.00	6.4	0.64	1.22	-	-	-	5.42		
65-120	68.00	19.77	12.23	FA	A	5.00	5.7	0.78	1.48	-	-	-	0.93		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	22.79	9.92	12.87	9.90	6.49	2.07	1.12	0.22	0.02	28.48	9.08	4.91	0.97	0.2
20-65	19.37	12.51	6.86	12.42	7.99	2.35	1.82	0.26	0.09	41.25	12.13	9.40	1.34	0.7
65-120	7.98	5.13	2.85	5.09	2.97	1.00	0.75	0.37	0.04	37.22	12.53	9.40	4.64	0.8

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	43.44	1.39	0.72	57.60	25.50	-	-	-
20-65	64.12	0.79	0.20	7.64	8.39	-	-	-
65-120	63.78	0.20	0.20	5.53	6.42	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010405)

Estos suelos tienen baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.154 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Cqm1 (45 cm de espesor) y Cqm2 (55 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo oscuro a pardo; con textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cqm1,** presenta color pardo amarillento oscuro; de textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme; el horizonte **Cqm2,** muestra color amarillo pardusco; de textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física**, de los físicos indicados en el Cuadro 4.170 y de

granulometría que se muestran en el Cuadro 4.171, se presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con pocos fragmentos de roca en el perfil; la densidad real presenta bajos valores entre 1.67 – 1.99 g/cc. La densidad aparente tiene valores bajos (1.02 – 0.96 g/cc). La porosidad total tiene valores medios (39%) en el primer horizonte a altos (52%) en los subsiguientes; entre el 12% y el 15% corresponden a los macroporos y entre 27% a 37% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, que corresponde a las texturas en este perfil. La retención de humedad aprovechable es media (22% – 27%) en el perfil, la cual es adecuada para las plantas. Presenta limitaciones físicas a partir de los 65 cm de profundidad, por capas cementadas lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** de los suelos indicados en el Cuadro 4.171, el pH es ligeramente ácido (6.2 – 6.4) en los primeros horizontes y moderadamente ácido (5.7) en el tercero que no es limitante para el desarrollo de la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.84%) en superficie y disminuye en profundidad (1.22% - 1.48%), estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (22.79 meq/100 g de suelo) en el primer horizonte, media (19.37 meq/100 g de suelo) en el segundo y baja (7.98 meq/100 g de suelo) en el tercero, por lo que presenta moderada capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. Los suelos tienen una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) baja (9.90 a 5.09 meq/100 g de suelo) en el primer y tercer horizonte y media (12.42 meq/100 g de suelo) en el segundo, por lo que deben suplementarse. La saturación de bases (SB), contiene valores medios (43%) en el primer horizonte y altos (64% y 63%) en los subsiguientes.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), poseen valores bajos. El potasio (K), presenta contenidos altos en el perfil. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas excepto en el tercer horizonte donde es baja; el magnesio (Mg), es medio en el primero y segundo horizonte, bajo en el tercero.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el Zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), es alto en el primer horizonte y bajo en los siguientes; el manganeso (Mn), es alto en el primer horizonte y medio en los restantes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010405)

Estos suelos se han originado de Pómez, presentan baja evolución, suelos muy superficiales; de drenaje bueno; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; pH ligeramente ácidos; contenidos medios de materia orgánica en superficie. Capacidad de intercambio de cationes media; bases intercambiables bajas en superficie; saturación de bases media. Fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, o sea que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo son pendientes que van de ligera a moderadamente inclinadas, muy superficiales por presencia de capa cementada dentro del perfil, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases con pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión

ligera, presencia de capas endurecidas, tienen capacidad de uso silvopastoril, para el establecimiento de plantaciones forestales y pastos.

Se considera necesario implementar fuertes prácticas de conservación de suelo y aguas, como la siembra, el establecimiento de barreras vivas y barreras muertas utilizando el material presente en el área. Realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía, aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de humedad, favorece la evolución y mejora las condiciones físicas y químicas. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, bancos forrajeros, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, se requieren los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo, asimismo los micronutrientes deben aplicarse en forma foliar el Cobre y el Zinc.

Se necesita riego en época seca, con aplicaciones ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 010405)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases XQHb1 y XQHc1 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-5, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 010406)

Esta unidad cartográfica contiene, como inclusión en un 15% de su superficie, los suelos **Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 010406),** se caracterizan por ser muy superficiales, drenaje natural moderado, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, densidad aparente muy baja, porosidad total muy alta. La humedad aprovechable es media, el pH es moderadamente ácido, la materia orgánica (MO), se presenta muy alta en superficie y desciende en profundidad, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene contenidos medios, con saturación de bases (SB) media, la fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.9 Unidad XQI

Consociación Los Tezenes: Typic Haplustolls, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica, perfil modal 011108.



Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Estancia Grande; asimismo en los alrededores de los caseríos La Fuente y Pachum, del municipio de San Juan Sacatepéquez. En los alrededores de la aldea La Estancia y el caserío Los Tezenes, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 991 hectáreas. En la Figura 4.155, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.155 Glacís con agricultura y bosque. Municipio de San Raimundo (Foto: C. García 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 17.1 °C; 850 mm de precipitación y una altitud media de 937 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.155, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de depósitos coluvio-aluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%); correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve glacís.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de su superficie, por los suelos Typic Haplustolls, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica, (perfil modal, PM 011108), en un 15% por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010407), y el 10% restante de área, por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011218).

La Consociación Los Tezenes presenta las siguientes fases:

- **XQIb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 41 ha.
- **XQId1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 49 ha.
- **XQId2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 50 ha.
- **XQIdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 696 ha.
- **XQIdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 155 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011108)

En la Figura 4.156, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

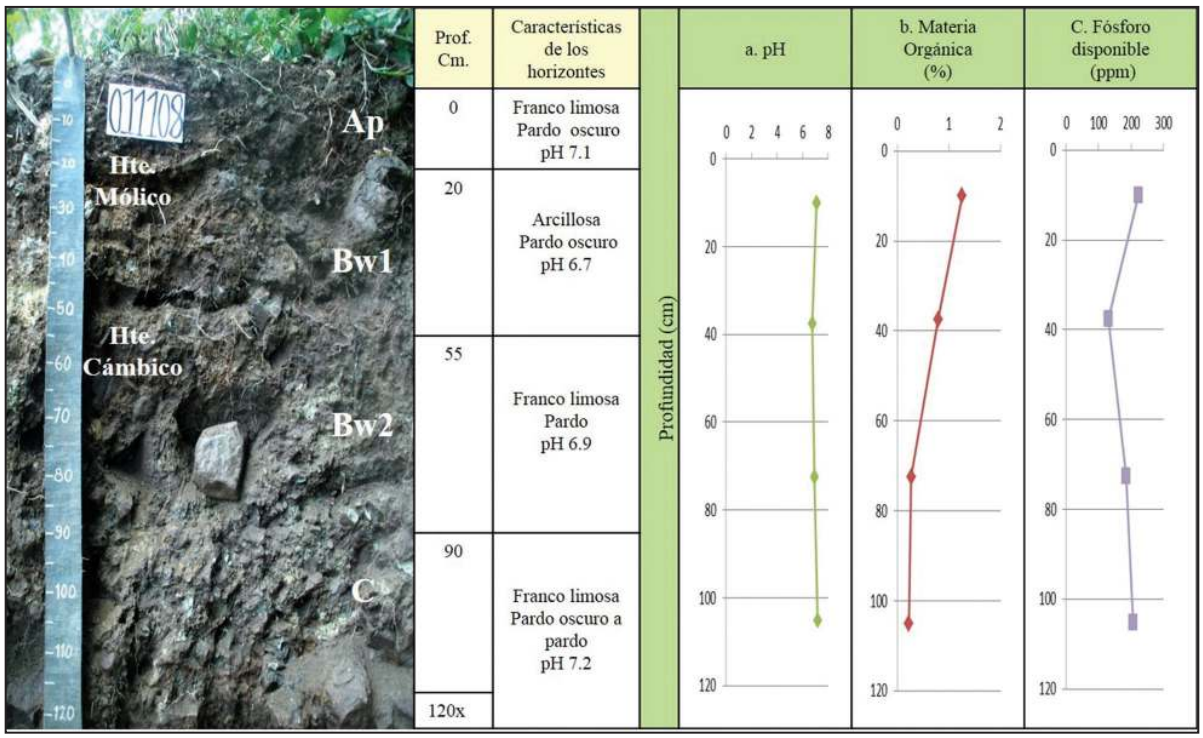


Figura 4.156 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011108) de la Consociación Los Tezenes. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011108)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Los Tezenes
Símbolo		XQI
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Raimundo
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Sector 2, Los Velásquez
	Coordenadas planas	X: 493960
		Y: 1641232

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,721
	Línea de vuelo No.	215
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Cuerpo de glacis
Material Parental		Depósitos coluvio-aluviales
Altitud		978 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,068 mm
	Temperatura promedio anual	18.9 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	40 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen), material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente inclinadas, fragmentos de roca en el perfil del suelo, erosión moderada, abundante pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca

Vegetación natural	Relictos de bosque natural con las especies de encino, sarespino
Describió	César David García Sic
Fecha de descripción	07-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%) y frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro e irregular.
20 – 55 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arcillosa; poca gravilla (3%) y poca piedra (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro e irregular.
55 – 90 cm Bw2	Color en húmedo pardo (7.5YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%) y abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, ligero al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite claro e irregular.
90 – 120 cm C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (10%) y abundante piedra (60%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.2, neutro.

B) Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011108)

Cuadro 4.172. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011108)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.96	2.14	68.05	37.83	28.02	27.35	26.03	24.92	16.21	32.44	22.70	55.14
20-55	1.32	2.02	55.22	32.48	23.07	22.69	21.08	20.14	14.77	20.18	14.47	34.65

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	15.55	11.81
20-55	13.48	8.29

Cuadro 4.173. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011108)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	$CaCO_3$		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	40.12	57.12	2.76	FL	FAr	25.00	7.1	0.66	1.25	-	-	-	221.97	8.84	Muy Alta
20-55	36.05	20.46	43.49	Ar	ArA	6.00	6.7	0.42	0.79	-	-	-	129.29		
55-90	40.31	55.24	4.45	FL	ArA	45.00	6.9	0.14	0.27	-	-	-	184.00		
90-120	37.5	59.13	3.37	FL	Ar	70.00	7.2	0.12	0.22	-	-	-	205.70		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al..
0-20	44.26	33.64	10.62	33.64	27.58	4.48	1.38	0.21	-	62.30	10.11	3.12	0.47	0.0
20-55	53.12	43.47	9.64	43.47	38.74	3.05	1.03	0.66	-	72.93	5.74	1.94	1.24	0.0
55-90	58.43	52.15	6.28	52.15	47.01	3.42	1.05	0.67	-	80.46	5.85	1.79	1.15	0.0
90-120	58.43	54.60	3.83	54.60	49.04	3.79	1.03	0.73	--	83.93	6.49	1.77	1.25	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	76.01	0.72	0.50	11.68	47.43	-	-	-
20-55	81.85	0.38	0.24	10.20	13.12	-	-	-
55-90	89.25	0.26	0.20	13.12	11.09	-	-	-
90-120	93.44	0.32	0.23	11.59	9.97	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y clasificación de los resultados de laboratorio del perfil (PM 011108)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.156, y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (35 cm de espesor); Bw2 (35 cm de espesor) y C (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco limosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** posee color pardo oscuro; textura (de laboratorio) arcillosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** exhibe color pardo; textura (de laboratorio) franco limosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo firme. El horizonte **C,** es de color pardo oscuro a pardo; textura (de laboratorio) franco limosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo muy firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.172, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.173, los suelos presentan texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente gruesas; la densidad real presenta valores bajos (2.14 – 2.02 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.96 g/cc) en superficie y aumenta con la profundidad (1.32 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (55%) en el primer horizonte a media (35%) en los subsiguientes; los macroporos ocupan entre el 33% y el 20% y los microporos entre el 23% a 15%; la macroporosidad domina sobre microporosidad; estas características se relacionan con un drenaje interno rápido y buena infiltración. La retención de humedad aprovechable es baja (12% – 9%), esto representa una limitante para el adecuado desarrollo de las plantas. Presenta limitaciones

físicas a partir de los 55 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** los suelos indicados en el Cuadro 4.173, el pH es neutro (7.1 – 7.2), no presenta limitaciones para la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), presenta valores bajos (1.25% – 0.22%), esta propiedad está relacionada, con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA) es alta (44 a 58 meq/100 g de suelo), por lo que presenta alta capacidad de retención de nutrientes necesarios para las plantas. Se tiene una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) alta, lo que indica que son suficientes en todo el perfil. La saturación de bases (SB), es alta en todos los horizontes.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N), se encuentra en cantidades bajas en todo el perfil; el fósforo (P) y el potasio (K), es alto en todos los horizontes. En cuanto a los **cationes**, el calcio (Ca) y magnesio (Mg), poseen cantidades altas en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe) es medio en todos los horizontes, el manganeso (Mn), posee cantidades medias en el cuarto horizonte y altas en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011108)

Estos suelos se han originado con depósitos coluvio-aluviales de moderada evolución, son moderadamente superficiales; drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente gruesas y abundantes fragmentos de roca a partir de los 55 cm de profundidad; pH neutro; con contenidos bajos de materia orgánica; capacidad de intercambio de cationes, bases intercambiables y saturación de bases altas, fertilidad muy alta. El régimen de humedad del suelo es "ústico", debido a que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 ºC a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo son las pendientes ligeramente y fuertemente inclinadas; frecuentes fragmentos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial en algunas áreas; erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estas tierras tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos semi-intensivos.



Para un adecuado manejo de las fases con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, las que deben aumentar de intensidad, con el aumento de la pendiente, las prácticas recomendadas son: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas, con esto se busca reducir la escorrentía superficial y mejorar la infiltración del agua, ya que la humedad en el perfil favorece el desarrollo. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Así mismo se recomienda

establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita elementos mayores tales como el Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. Se requiere riego en la época seca, con aplicaciones por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011108)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase XQIb1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-5; las fases XQId1 y XQIdp1 pertenecen a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-3; las fases XQId2 y XQIdp2 pertenecen a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-4, son tierras de vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de las inclusiones (PI 010407, PI 011218)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 15% del área, contiene los suelos **Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 010407)** se caracterizan por ser moderadamente profundos, drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, densidad aparente muy baja. La porosidad y la retención de humedad aprovechable son medias. El pH, es neutro. La materia orgánica (MO), muestra niveles altos en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores medios. La saturación de bases (SB), es alta. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del área, contiene los suelos **Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isotérmica (PI 011218)** se caracteriza por ser moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, densidad aparente muy baja. La porosidad total es alta, la retención de humedad aprovechable es medio. El pH tiene valores neutros en superficie y desciende en profundidad, la materia orgánica (MO), muestra valores medios, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta, con saturación de bases (SB), alta en todos los horizontes, la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.10 Unidad XPA

Consociación Cotzibal: Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011010.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones del caserío San Matías, fincas Concuá y San Vicente, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,571 hectáreas. En la Figura 4.157 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.157 Filas y vigas con bosque, matorrales y cultivo de maíz. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: J. Del Cid 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 23.25 °C; 1,169 mm de precipitación y una altitud media de 778 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*), leucaena (*Leucaena guatemalensis*) y conacaste blanco (*Albizzia caribaea*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.157, la cobertura vegetal es bosque y el uso de la tierra es agrícola.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de areniscas, lutitas, lodolitas y pómez; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% del área, por los suelos Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011010). El 10% del área, está compuesto por los suelos Pachic Haplustolls, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011009). El 5% del área, está compuesto por los suelos Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011035). El 5% del área, está compuesto por los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011006). El 5% restante del área, está compuesto por los suelos Lithic ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011044).

La Consociación Cotzibal presenta las siguientes fases:

- **XPAf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 429 ha.
- **XPAfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 463 ha.
- **XPAfpr2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial, pocos afloramientos rocosos y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 590 ha.
- **XPAgp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 89 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011010)

En la Figura 4.158, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

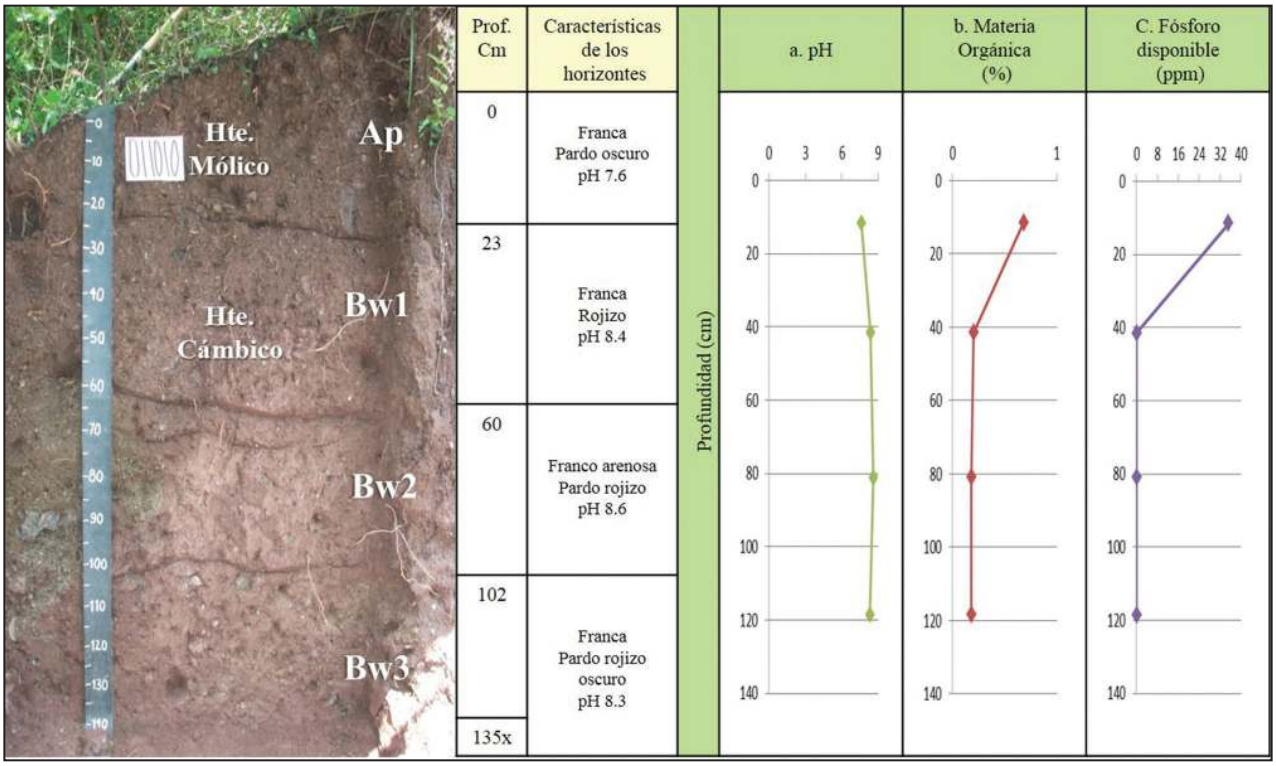


Figura 4.158 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011010) de la Consociación Cotzibal. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: J. del Cid 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011010)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Cotzibal
Símbolo		XPA
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	Concuá
	Caserío, sector, sitio, finca	Carretera asfaltada que va a la aldea Concuá; a 1 kilómetro del puente y entrada a la finca.
	Coordenadas planas	X: 0491142
		Y: 1643582
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,682
	Línea de vuelo No.	214
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Areniscas, lutitas, lodolitas y pómez
Altitud		693 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,105 mm
	Temperatura promedio anual	22.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	24.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en Masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos Rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad Superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad Efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	135 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, abundante pedregosidad superficial, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Conacaste, palo de jiote, matorrales
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		13-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 23 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.6, ligeramente alcalino; límite gradual y ondulado.
23 – 60 cm Bw1	Color en húmedo rojizo (2.5YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 8.4, moderadamente alcalino; límite gradual y ondulado.
60 – 102 cm Bw2	Color en húmedo pardo rojizo (2.5YR4/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 8.6, fuertemente alcalino; límite gradual y ondulado.
102 – 135 cm Bw3	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (2.5YR5/4); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franca; poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 8.3, moderadamente alcalino.
135 – 200x cm	*Formaciones superficiales: piedra pómez y tobas, formación subinal.*

B) Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011010)

Cuadro 4.174. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011010)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	1.38	1.83	39.31	24.11	21.28	19.58	17.71	13.31	12.06	11.28	13.31	24.59
23-60	1.51	1.59	32.51	21.23	19.82	15.02	13.97	11.86	8.17	1.96	3.07	5.03

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-23	18.30	9.23
23-60	13.38	11.65

Cuadro 4.175. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011010)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-23	43.57	38.50	17.93	F	F	-	7.6	0.36	0.68	-	-	-	35.20	6.61	Media
23-60	49.63	34.73	15.64	F	FAr	-	8.4	0.11	0.21	-	-	-	0.10		
60-102	56.78	30.48	12.74	FA	FAr	-	8.6	0.10	0.18	-	-	-	0.10		
102-135	48.42	39.64	11.94	F	FA	10.00	8.3	0.10	0.18	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	27.91	26.21	1.71	26.21	9.68	16.37	0.12	0.05	-	34.66	58.63	0.42	0.18	0.0
23-60	17.09	41.93	-	41.93	33.37	8.41	0.06	0.09	-	195.24	49.24	0.37	0.50	0.0
60-102	15.95	40.65	-	40.65	30.05	10.48	0.07	0.06	-	188.38	65.68	0.41	0.38	0.0
102-135	17.09	41.69	-	41.69	32.78	8.79	0.06	0.06	-	191.80	51.46	0.37	0.32	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B	Cu	Zn	Fe	Mn
0-23	93.89	1.06	0.22	25.52	80.21
23-60	SAT	0.20	0.14	1.06	0.98
60-102	SAT	0.19	0.13	1.24	1.68
102-135	SAT	0.20	0.13	1.11	0.90

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011010)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.158, los suelos presentan un perfil con nomenclatura Ap (23 cm de espesor); Bw1 (23-60 cm de espesor); Bw2 (60-102 cm de espesor) y Bw3

(102-135 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** presenta color pardo rojizo; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** muestra un color pardo rojizo; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw3,** tiene un color pardo rojizo oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** de los suelos indicados en el Cuadro 4.174, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.175, se presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; la densidad real presenta valores bajos (1.83- 1.59 g/cc). La densidad aparente tiene valores medios (1.38 g/cc) en superficie y altos (1.51 g/cc) en profundidad. La porosidad total en el perfil es baja (25% – 5%); entre el 11% y 2% corresponden a los macroporos y entre 13% a 3% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, lo que indica que presenta moderada permeabilidad, infiltración y aireación; la retención de humedad aprovechable es muy baja (9%) en superficie y disminuye en profundidad (12%), esto implica déficit de agua disponible para las plantas.

Según los resultados de caracterización **química** de los suelos indicados en el Cuadro 4.175, el pH es ligeramente alcalino (7.6) en el primer horizonte, moderadamente alcalino (8.4 – 8.3) en el segundo y cuarto horizonte, y fuertemente alcalino (8.6) en el tercero, estos valores pueden ser limitantes para la mayoría de los cultivos y deben enmendarse. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo en todos los horizontes, esta característica se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos útiles a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (27.91 meq/100 g de suelo) en superficie y media (17.09 – 15.95 meq/100 g de suelo) en los subsiguientes, esto indica que tienen potencial medio para retener nutrientes útiles para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) que varía de media (26 meq/100 g de suelo) a alta (41 – 40 meq/100 g de suelo), los valores son moderados, deben suplementarse, para una adecuada producción agropecuaria. La saturación de bases (SB), es alta en todos los horizontes.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el potasio (K), presentan valores bajos; el fósforo (P) es alto en el primer horizonte y bajo en los siguientes**.** Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) muestran valores altos.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en el perfil; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), presentan contenidos altos en el primer horizonte y bajos en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011010)

Suelos originados a partir de areniscas, lutitas, lodolitas y pómez, tienen moderada evolución, son profundos; bien drenados; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, el pH es alcalino; contenidos bajos de materia orgánica en todo el perfil; alta capacidad de intercambio de cationes; medio contenido de bases intercambiables; saturación de bases altas y fertilidad natural media. El régimen de humedad del suelo es

"ústico", o sea que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", esto significa que la temperatura del suelo es mayor de 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) a fuertemente escarpadas (>75%), mediana y abundante pedregosidad superficial, erosión moderada, pocos afloramientos rocosos en algunas áreas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional, que incluyan planes de control de incendios forestales.

La fase con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión moderada, tiene capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En las fases con capacidad de uso forestal es necesario mantener la cobertura vegetal y así evitar la erosión hídrica. Las plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se sugiere mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad favorece el desarrollo y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas.

En la fase con capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciarse la regeneración natural. Es necesario reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

Respecto a la fertilidad, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. De acuerdo a la fertilización química, se necesita los nutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Si se necesitara riego en los primeros estadios de las plantas forestales debe realizarse por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas del perfil modal (PM 011010)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases XPAf2 y XPAfpr2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2; la fase XPAfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII ps y grupo de manejo VII ps-3, son de vocación forestal. La fase XPAgp2 pertenece a la clase VIII subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 011009, PI 011035, PI 011006, PI 011044)

Esta unidad cartográfica contiene cuatro suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 10% del área, contiene los suelos **Pachic Haplustolls, familia arcillosa sobre esquelética franca, superactiva, isohipertérmica (PI 011009),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas, densidad aparente muy baja, porosidad total alta en superficie y media en profundidad, la retención de humedad aprovechable presenta contenidos bajos en el primer horizonte y muy bajos en el segundo, el pH es neutro y ligeramente ácido en profundidad; la materia orgánica (MO), tiene cantidades altas en superficie y bajas en profundidad; la capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB) son altas, la fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene los suelos **Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (PI 011035),** se caracteriza por ser moderadamente superficiales, drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre gruesas, con densidad aparente, porosidad total y la retención de humedad aprovechable medias en el primer horizonte y desciende en profundidad, el pH es neutro en superficie y ligeramente alcalino en los horizontes restantes; los contenidos de materia orgánica (MO) son bajos; la capacidad de intercambio de cationes (CICA) es media y la saturación de bases (SB) es alta, la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene los suelos **Typic Ustorthents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isohipertérmica (PI 011006),** se caracterizan por ser muy superficiales, drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas, la densidad tiene valores medios, la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en el segundo, la humedad aprovechable tiene cantidades bajas, el pH es ligeramente alcalino en superficie y moderadamente alcalino en los demás; la materia orgánica (MO), presenta cantidades bajas; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en todo el perfil; la saturación de bases (SB), posee valores altos, la fertilidad natural es media (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene el suelo **Lithic Ustorthents, familia franca gruesa superactiva, no ácida, isohipertérmica (PI 011044),** se caracteriza por ser muy superficial, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, densidad aparente muy baja, porosidad total alta, humedad aprovechable media, el pH es ligeramente ácido, la materia orgánica (MO) es baja, la capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases son medias, la fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.11 Unidad XPB

Consociación Los Mecates: Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011024.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Estancia Grande y el caserío La Soledad, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 720 hectáreas. En la Figura 4.159, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.159 Filas y vigas con relictos de bosque, cultivos y matorrales. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 22.4 °C; 1,233 mm de precipitación y una altitud media de 914 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*), leucaena (*Leucaena guatemalensis*) y conacaste blanco (*Albizzia caribaea*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.159, la cobertura vegetal la integran relictos de bosque natural y matorrales, el uso es agricultura y ganadería.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de areniscas, lutitas, lodolitas y tobas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta, en un 75% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011024). En un 15% del área, está compuesta por los suelos Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011113). El 10% del área restante, es ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Los Mecates presenta la siguiente fase:

- **XPBfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 720 ha.

A) Descripción del perfil modal (PM 011024)

En la Figura 4.160, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas,

como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

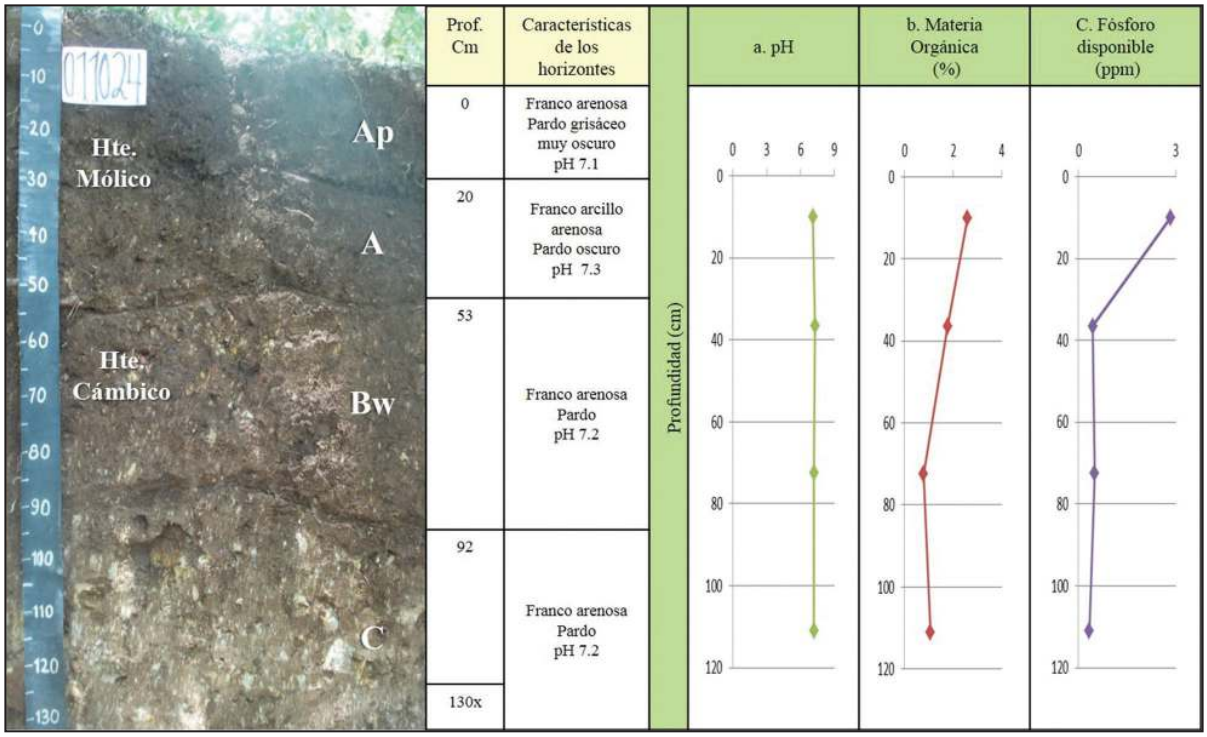


Figura 4.160 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011024) de la Consociación Los Mecates. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011024)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Los Mecates
Símbolo		XPB
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	San Francisco Las Ánimas
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 482731
		Y: 1641720
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,712
	Línea de vuelo No.	215
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Areniscas, lutitas, lodolitas y tobas
Altitud		811 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm
	Temperatura promedio anual	22.0ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	23.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agrícola y ganadería
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Latifoliadas, matorrales, pastos naturales
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		14-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite gradual y plano.
20 – 53 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.3, neutro; límite gradual y plano.
53 – 92 cm Bw	Color en húmedo pardo (7.5YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%) y abundante piedra (45%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.2, neutro; límite gradual y plano.
92 – 130 cm C	Color en húmedo pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra (45%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.2, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011024)

Cuadro 4.176. Resultados de los análisis físicos del PM 011024

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.07	2.04	45.81	29.14	27.72	23.00	18.58	16.43	12.18	18.78	28.77	47.55
20-53	1.16	1.98	48.53	26.81	24.83	22.67	18.67	16.88	13.01	20.22	21.19	41.41

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	19.12	15.54
20-53	18.79	11.82

Cuadro 4.177. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 011024

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	67.74	20.52	11.74	FA	FAr	5.00	7.1	1.36	2.59	-	-	-	2.84	6.61	Alta
20-53	57.71	20.41	21.88	FArA	Ar	5.00	7.3	0.94	1.78	-	-	-	0.44		
53-92	67.79	16.39	15.82	FA	Ar	45.00	7.2	0.41	0.78	-	-	-	0.50		
92-130	67.77	16.40	15.83	FA	Ar	45.00	7.2	0.56	1.07	-	-	-	0.33		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	29.05	16.35	12.70	16.33	13.48	2.56	0.10	0.19	0.02	46.40	8.81	0.34	0.65	0.1
20-53	58.68	18.66	40.02	18.63	13.84	4.48	0.10	0.21	0.03	23.59	7.63	0.17	0.36	0.2
53-92	46.71	14.62	32.09	14.59	10.30	4.00	0.10	0.19	0.03	22.05	8.56	0.21	0.41	0.2
92-130	47.28	12.07	35.21	12.04	8.52	3.22	0.10	0.20	0.03	18.02	6.81	0.21	0.42	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	56.21	0.71	0.25	34.20	37.30	15.45	0.06	0.25
20-53	31.75	0.71	0.20	15.80	29.00	14.20	0.08	0.19
53-92	31.24	0.84	0.20	19.20	47.50	-	-	-
92-130	25.47	0.54	0.20	11.10	43.60	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011024)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.160, y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); A (33 cm de espesor); Bw (39 cm de espesor) y C (38 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **A** tiene color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw** muestra un color pardo; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C** es de color pardo; textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y la consistencia en húmedo es friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** los suelos indicados en el Cuadro 4.176, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.177, se presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con pocos fragmentos de roca en el perfil; la densidad real presenta valores bajos (2.04 - 1.98 g/cc). La densidad aparente tiene valores bajos (1.07 g/cc) en superficie y aumenta con la profundidad (1.16 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de alta (48%) en el primer horizonte a media (41%) en los demás; entre el 19 y el 20% corresponden a los macroporos y entre 29% a 21% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, permiten moderada infiltración y aireación. La retención de humedad aprovechable

es baja (15% a 12%), lo que representa una limitante para las plantas. No presenta limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** los suelos indicados en el Cuadro 4.177, el pH es neutro (7.1 a 7.2) en el perfil, se considera adecuado para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (2.59%) en superficie y bajo (1.78% a 0.78%) en los siguientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (29.05 a 47.28 meq/100 g de suelo) en todos los horizontes, estos valores indican que tienen potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. Se presenta una reserva media (16.3 a 12.04 meq/100 g de suelo) de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), los valores son moderados, estos deben suplementarse. La saturación de bases (SB), presenta cantidades altas (56%) en superficie y bajas (31% a 25%) en los subsiguientes.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N), presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes, el fósforo (P) y el potasio (K), tienen valores bajos**.** Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), presenta valores altos y el magnesio (Mg), se encuentran en cantidades medias en el primer horizonte y altas en los siguientes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), presenta contenidos altos en el primer horizonte y medios en los siguientes; el manganeso (Mn) se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011024)

Suelos originados de areniscas, lutitas, lodolitas y tobas, de moderada evolución, son profundos; drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, pH neutro; contenidos medios de materia orgánica en superficie. Presentan alta capacidad de intercambio de cationes, contenidos medios de bases intercambiables; alta saturación de bases y fertilidad natural alta. El régimen de humedad de los suelos es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", esto significa que la temperatura de los suelos es mayor de 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo se relacionan con las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estos suelos tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional, que incluyan planes de control de incendios forestales.

Para el adecuado manejo de la fase con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de las gotas de lluvia y así evitar la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque.

Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad favorece el desarrollo y mejora las propiedades físicas y químicas. En las plantaciones forestales es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con las piedras superficiales.

Respecto a la fertilización química, se necesitan los nutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio, con referencia a los elementos menores requieren Cobre y Zinc. Si se necesitara riego en los primeros estadios de las plantas forestales deberá realizarse por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011024)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase XPBfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2, posee vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011113)

Esta unidad cartográfica contiene, como inclusión en un 15% de su superficie los suelos **Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (PI 011113),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; densidad aparente baja; la porosidad total muestra cantidades altas. La retención de humedad aprovechable tiene valores medios, el pH es ligeramente ácido en superficie y neutro en profundidad. La materia orgánica (MO), tiene contenidos bajos, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), y la saturación de bases (SB), presentan valores altos. La fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.12 Unidad XPC

Consociación La Cumbre: Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011004.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas Lo De Concuá, Las lomas y La Cantera del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,129 hectáreas. En la Figura 4.161 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.161 Lomas con pastos y árboles dispersos.
Municipio de San Juan Sacatepéquez
(Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 22.9 °C; 1,171 mm de precipitación y una altitud media de 836 msnm. Según De la Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*). Como se observa en la Figura 4.161, el uso principal es la ganadería y la cobertura vegetal está conformada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de areniscas, lutitas y lodolitas; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie, por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011004), el 15% por los suelos Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011101) y en 10% restante del área por los suelos Typic Ustorthents, familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isohipertérmica (perfil inclusión, 011016).

La Consociación La Cumbre presenta las siguientes fases:

- **XPCc2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 14 ha.
- **XPCcp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 35 ha.
- **XPCdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 60 ha.
- **XPCdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 81 ha.
- **XPCe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 60 ha.
- **XPCe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 27 ha.
- **XPCep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 382 ha.
- **XPCepr2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial, pocos afloramientos rocosos y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 470 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011004)

En la Figura 4.162, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

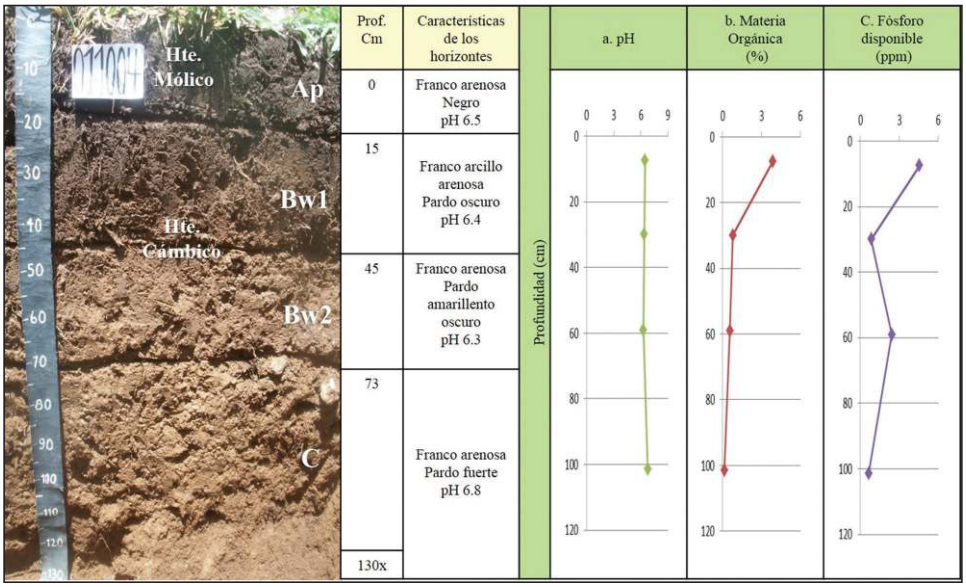


Figura 4.162 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011004) de la Consociación La Cumbre. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011004)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Cumbre
Símbolo		XPC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Concuá
	Coordenadas planas	X: 490757
		Y: 1644379
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,682
	Línea de vuelo No.	214
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Areniscas, lutitas y lodolitas
Altitud		651 msnm.

Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,111 mm
	Temperatura promedio anual	22.8ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	27.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Medio a rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Abundante pedregosidad superficial, erosión de grado moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pastos naturales y relictos de bosque natural con especies de encino y otras latifoliadas
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		13-08-2012
Morfología		
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**	

0 – 15 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
15 – 45 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca grava (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
45 – 73 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente grava (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
73 – 130 cm C	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR4/6); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; abundante grava (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.8, neutro
Observaciones	*Se unen los horizontes A y B para definir el epipedón Mólico.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011004)

Cuadro 4.178. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011004)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	1.22	1.40	57.46	33.28	29.04	24.75	20.83	17.32	10.30	6.36	6.50	12.86
15-45	1.23	2.47	43.64	30.49	22.25	20.98	18.42	16.12	11.89	24.61	25.59	50.20

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-15	26.68	18.74
15-45	24.46	10.36

Cuadro 4.179. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011004)

Profundidad	Granulometría %	Clase textural[1]	Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3	Fósforo	Fertilidad[3]

Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	59.51	23.81	16.68	FA	FAr	10.00	6.5	2.04	3.88	-	-	-	4.56	7.57	Alta
15-45	59.94	19.57	20.49	FArA	FArA	10.00	6.4	0.42	0.80	-	-	-	0.84		
45-73	72.36	18.14	9.50	FA	FArA	30.00	6.3	0.30	0.57	-	-	-	2.42		
73-130	76.25	14.77	8.98	FA	FA	40.00	6.8	0.08	0.14	-	-	-	0.65		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	21.08	17.35	3.73	17.35	13.20	2.80	1.31	0.04	-	62.61	13.30	6.21	0.20	0.0
15-45	19.37	14.35	5.02	14.35	10.85	2.14	1.33	0.04	-	56.01	11.03	6.85	0.19	0.0
45-73	18.80	16.17	2.62	16.17	12.38	2.19	1.53	0.07	-	65.87	11.66	8.14	0.37	0.0
73-130	18.80	15.05	3.75	15.05	10.68	2.94	1.34	0.09	-	56.80	15.65	7.13	0.48	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	82.32	0.91	1.48	25.98	92.05	-	-	-
15-45	74.09	1.69	0.27	34.93	35.78	-	-	-
45-73	86.04	1.39	0.14	20.81	11.37	-	-	-
73-130	80.07	1.06	0.12	12.12	5.06	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011004)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.162 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (15 cm de espesor); Bw1 (30 cm de espesor); C1 (28 cm de espesor) y C2 (57 cm de espesor). El horizonte **Ap,** de color negro; de textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloque subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1**, posee color pardo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** exhibe color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** tiene color pardo fuerte; textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo muy friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.178 y de granulometría mostrados en el Cuadro 4.179, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; la densidad real presenta valores bajos, entre 1.40 – 2.47 g/cc. La densidad aparente tiene valores bajos (1.22 g/cc). La porosidad total en el perfil varía de baja (13%) en el horizonte superficial a alta (50%) en profundidad; donde los macroporos ocupan entre el 6% y el 25% y los microporos entre el 7% y el 26%; sin dominancia de la micro sobre la macroporosidad. La retención de humedad aprovechable es baja (18% -10%), valores que pueden ser limitantes para el desarrollo adecuado de las plantas. Presenta limitaciones mecánicas a partir de los 73 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca, lo que impide la penetración de raíces.
Según los resultados de la caracterización **química** los suelos indicados en el Cuadro 4.179, el pH es ligeramente ácido (6.5 – 6.3) hasta el tercer horizonte y neutro (6.8) en el último, estos valores no presentan limitaciones para

la disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (3.8%) en superficie a bajo (0.8% a 0.14%) en profundidad, a partir de los 15 centímetros, los valores de materia orgánica son muy bajos, por lo que es sumamente importante incrementar dichos valores, debido a la influencia de esta propiedad sobre otras propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de alta (21 meq/100 g de suelo) a media (19 meq/100 g de suelo) en el perfil, lo que indica que los suelos tienen moderada capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) es media (17 a 14 meq/100 g de suelo), los valores son moderados, estos deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (82% a 74%) en el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P), presentan valores bajos; el potasio (K), tiene niveles altos en el perfil. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg), reporta valores medios.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y zinc (Zn), tienen valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), muestran niveles altos excepto en el cuarto horizonte donde son medios. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011004)

Estos suelos se han originado de areniscas, lutitas y lodolitas, de moderada evolución, son suelos profundos; bien drenados; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con fragmentos de roca a partir de los 73 cm; pH ligeramente ácido, contenidos medios de materia orgánica en superficie; alta capacidad de intercambio de cationes en superficie, medio contenido de bases intercambiables, alta saturación de bases y fertilidad. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, o sea que son suelos que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isohipertérmico”, esto significa que la temperatura media del suelo es >22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo se deben a las pendientes de moderadamente inclinadas (7 al 12%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%), la erosión ligera y moderada, la abundante pedregosidad superficial, los pocos afloramientos rocosos en algunas áreas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas (12 al 25%), tiene capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Asimismo, tienen aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. Asimismo, tienen aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.



En las fases con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; tales como sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, esta técnica ayudará a reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia, aumentado la infiltración de agua, favoreciendo su evolución y mejorando las características físicas y químicas. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y evitar la erosión hídrica y eólica cubriendo el suelo

con materiales vegetales y establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En las fases con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, para reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolongará, lo que favorece su desarrollo y mejora de características físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una buena cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Si estos suelos se utilizaran para la agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con fragmentos de roca propios del área o con vegetación nativa. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita principalmente los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. En relación a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Se necesita riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011004)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases XPCc2 y XPCcp2 pertenecen a la clase IV, subclase IV es y grupo de manejo IV es-3; la fase XPCdp1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-5; la fase XPCdp2 pertenece a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-6, poseen vocación agrícola. La fase XPCe1, XPCe2 y XPCep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-9; la fase XPCepr2 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-6, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de la inclusión (PI 011101, PI 011016)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 15% del área, contiene el suelo **Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (PI 011101),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, densidad aparente baja. La porosidad total alta en el primero

y muy alta en el segundo horizonte. La retención de humedad aprovechable tiene valores que van de bajos a medios. El pH es ligeramente alcalino en el primer horizonte y neutro en los siguientes. La materia orgánica (MO), tiene valores medios en superficie que descienden en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB), se encuentran altos. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del área, contiene el suelo **Typic Ustorthents, familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isohipertérmica (PI 011016),** se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, densidad aparente baja. La porosidad total alta en superficie y baja en profundidad. La humedad aprovechable tiene valores bajos en el primer horizonte y muy baja en el segundo. El pH es ligeramente ácido en el primer horizonte y moderadamente ácido en los siguientes. La materia orgánica (MO), tiene altos valores en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA) y la saturación de bases (SB), tienen valores altos en todos los horizontes. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.13 Unidad XPD

Consociación Río Grande: Typic Haplustolls, familia franca gruesa sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011030

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de la finca Concuá, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 130 hectáreas. En la Figura 4.163, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.163 Vallecito con cultivos y bosque. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 23.9 °C; 1,153 mm de precipitación y una altitud media de 663 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies pochote o pumpo (*Cochlospermun vitifolium*), plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.163, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de depósitos aluvio-coluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%); correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve vallecito.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de su superficie, por los Typic Haplustolls, familia franca gruesa sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011030); en un 15% por los suelos Typic Haplustolls, familia arenosa, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011005). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Río Grande presenta las siguientes fases:

- **XPDbp1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 35 ha.
- **XPDbp2:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 61 ha.
- **XPDcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 34 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011030)

En la Figura 4.164, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

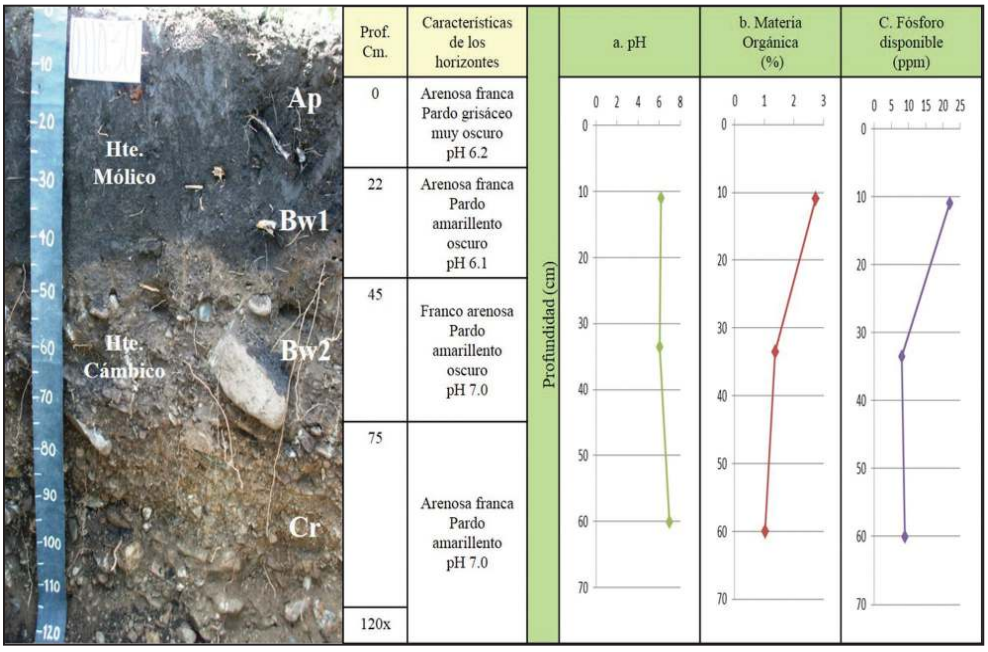


Figura 4.164 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011030) de la Consociación Río Grande. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011030)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Río Grande
Símbolo		XPD
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca gruesa sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Concuá
	Coordenadas planas	X: 491222
		Y: 1644046
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,682
	Línea de vuelo No.	214
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Dépositos aluvio-coluviales
Altitud		617 m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,100 mm.
	Temperatura promedio anual	23.9 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm.	29.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	5%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	75 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Fragmentos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial, erosión ligera, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies latifoliadas
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		8/13/2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 22 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
22 – 45 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
45 – 75 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (30%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite gradual y ondulado.

75 – 120 cm. Cr	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arenosa franca; piedra fragmentosa (95%) irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011030)

Cuadro 4.180. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011030)

Profundidad	Densidades g/cc			Contenido de humedad %						Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-22	1.34	2.04	47.57	29.33	24.96	20.69	16.82	12.42	8.22	16.31	18.01	34.31
22-45	1.19	1.28	42.03	22.03	19.77	18.91	17.14	14.00	10.14	3.72	3.31	7.03
45-75	1.26	2.26	37.58	21.00	18.75	14.25	10.45	9.35	7.35	22.17	22.08	44.25

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-22	19.89	16.74
22-45	19.60	9.63
45-75	9.09	11.40

Cuadro 4.181. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011030)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	$CaCO_3$		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-22	78.30	16.19	5.51	AF	F	-	6.2	1.44	2.74	-	-	-	21.97	6.53	Media
22-45	78.14	16.32	5.55	AF	F	-	6.1	0.72	1.37	-	-	-	8.01		
45-75	78.23	12.18	9.58	FA	FArA	30.00	7.0	0.54	1.03	-	-	-	8.85		
75-120	-	-	-	-	AF	95.00	-	-	-	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-22	19.37	14.37	5.00	14.37	9.61	4.61	0.08	0.07	-	49.62	23.79	0.40	0.38	0.0
22-45	18.23	14.24	3.99	14.24	9.57	4.47	0.04	0.16	-	52.50	24.50	0.22	0.89	0.0
45-75	16.52	13.53	2.99	13.53	8.53	4.77	0.04	0.19	-	51.62	28.89	0.24	1.15	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-22	74.19	1.89	1.61	25.33	47.65	16.80	0.10	0.53
22-45	78.11	4.95	0.92	52.88	23.19	15.50	0.11	0.72
45-75	81.90	6.84	1.02	70.54	26.29	12.50	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (PM 011030)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.164 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (22 cm de espesor); Bw1 (23 cm de espesor); Bw2 (30 cm de espesor) y Cr (45 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene un color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) arenosa franca; estructura en gránulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** posee color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arenosa franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** exhibe color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable; el horizonte **Cr,** es de color pardo amarillento; textura (al tacto) arenosa franca; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.180 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.181, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con 95% de fragmentos de roca (fragmentoso) a partir de los 75 cm de profundidad; la densidad real presenta valores bajos entre (2.02 - 1.28 g/cc). La densidad aparente tiene valores medios (1.34 a 1.19 g/cc). La porosidad total varía de media (34.3% a 44.2%) a baja (7%) en el perfil; de la cual los macroporos ocupan entre (16% y el 4%) y los microporos entre el (18% y el 3%); no hay un predominio marcado entre la macro y la microporosidad. La retención de humedad aprovechable varía de baja a muy baja (16.7% a 9.6%), lo cual es limitante para el desarrollo de las plantas. Debido a sus texturas gruesas estos suelos tienen una buena permeabilidad, drenaje moderado y una rápida infiltración. Presenta limitaciones mecánicas a partir de los 75 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca (95%) y material compactado, lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** de los suelos indicados en el Cuadro 4.181, el pH es ligeramente ácido (6.2 - 6.1) hasta el segundo horizonte y neutro (7.0) en el tercero, adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de medio (2.74%) en superficie, a bajo (1.37% – 1.03%) en profundidad, estos valores están relacionados, con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas, por lo que es muy importante incrementar los valores actuales.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media (19.37 a 16.52 meq/100 g de suelo), indica que tienen moderada capacidad para retener nutrientes necesarios para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) presentan valores medios (14.37 a 13.53 meq/100 g de suelo), los valores son moderados, estos deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (74.16% a 81.9%); la retención fosfórica tiene valores bajos (16.8% a 15.5%).

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N), tiene valores bajos en todos los horizontes; el fósforo (P), posee valores altos en el primer horizonte y bajos en los siguientes; mientras que el potasio (K), tiene valores bajos en el perfil. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) se encuentra en cantidades altas.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en el primer horizonte y altos en los demás, el zinc (Zn), presenta valores bajos en todos los horizontes; mientras que el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), tienen contenidos altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011030)

Estos suelos se han originado con depósitos aluvio coluviales, tienen moderada evolución, son moderadamente superficiales; drenaje moderado; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, fragmentoso (fragmentos de roca >90%) a partir de los 75 cm; pH ligeramente ácido; contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial. Con media capacidad de intercambio de cationes y de bases intercambiables, alta saturación de bases y media fertilidad. El régimen de humedad del suelo es "ústico", debido a que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", esto significa que la temperatura medio del suelo es > 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son las pendientes de ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), frecuentes fragmentos de roca (60%) a partir de los 75 cm de profundidad, la mediana pedregosidad superficial, la erosión ligera y las deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estas tierras tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, anuales, perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Asimismo, tienen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Para un adecuado manejo de la fase con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas, con esto se busca reducir la escorrentía superficial y mejorar la infiltración del agua, ya que la humedad en el perfil favorece el desarrollo del suelo, de ser posible establecer barreras muertas para aprovechar la pedregosidad superficial. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar. Así mismo se recomienda establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesitan los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio y los micronutrientes deben aplicarse en forma foliar, Cobre y Zinc dependiendo de la rentabilidad del cultivo. Se requiere riego en la época seca, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011030)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, las fases XPDbp1 y XPDcp1 pertenecen a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-8; la fase XPDbp2 pertenece a la clase IV, subclase IV es y grupo de manejo IV es-3, poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011005)

Esta unidad cartográfica contiene, como inclusión en un 15% de su superficie el suelo **Typic Haplustolls, familia arenosa, superactiva, isohipertérmica (PI 011005),** se caracterizan por ser profundos, bien drenado, de texturas (de laboratorio) gruesas, densidad aparente media. La porosidad total y la humedad aprovechable son bajas. El pH es ligeramente alcalino en superficie y neutro en profundidad. La materia orgánica (MO), es baja en todos los horizontes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media, con saturación de bases (SB), alta. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.14 Unidad XPE

Consociación Ruyalquen: Typic Ustifluvents, familia franca sobre arenosa, superactiva, no ácida, isohipertérmica, perfil modal 011031.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Entisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas Don Vicente, Nahuarón, comunidades Patanil, San Matías y San Francisco Las Ánimas, río Pixcayá, riachuelos Nahuarón y Ruyalquen del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 36 hectáreas. En la Figura 4.165, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.165 Vallecito con cultivos y bosque natural. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan medias anuales de 23.7 °C de temperaturas, de 1,257 mm de precipitación y una altitud media de 683 msnm. Según De la Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.165, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de depósitos aluvio-coluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), correspondientes al paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve vallecito.

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 90% de su superficie, por los suelos Typic Ustifluvents, familia franca sobre arenosa, superactiva, no ácida, isohipertérmica (perfil modal, PM 011031). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Ruyalquen presenta la siguiente fase:

- **XPEbp2:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 36 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011031)

En la Figura 4.166, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

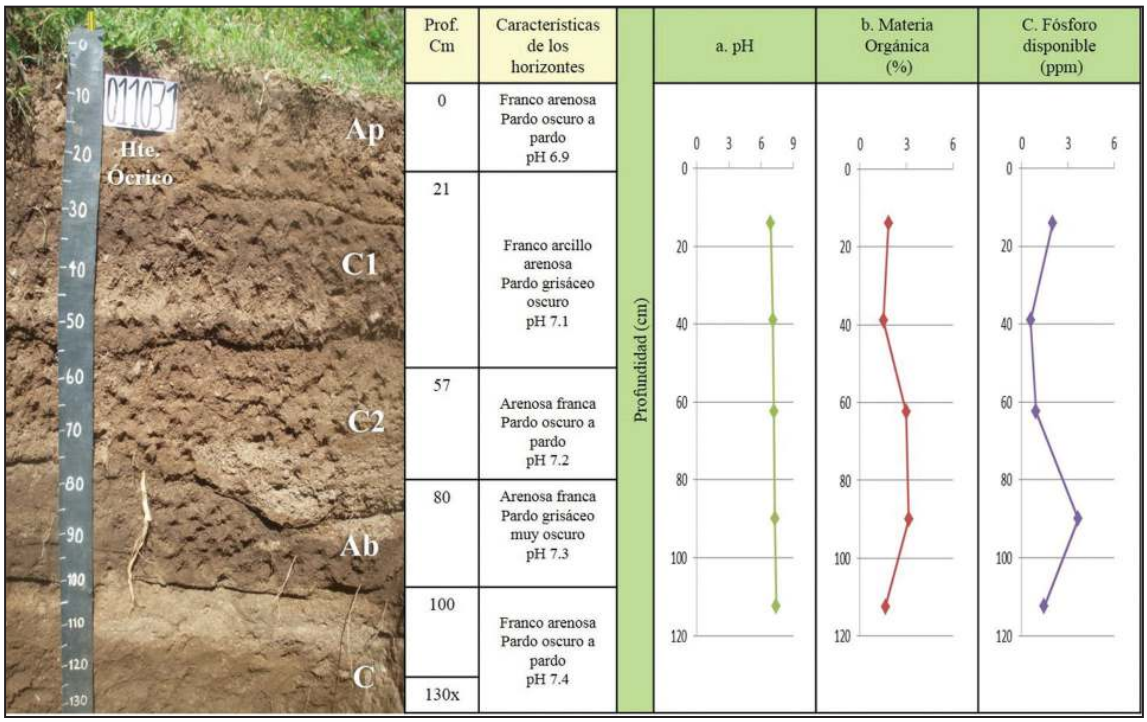


Figura 4.166 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011007) de la Consociación Ruyalquen. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011031)

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Ruyalquen
Símbolo	XPE

Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustifluvents, familia franca sobre arenosa, superactiva, no ácida, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Las Ánimas
	Coordenadas planas	X: 483735
		Y: 1643360
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,688
	Línea de vuelo No.	214
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Depósitos aluvio – coluviales
Altitud		715 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,288 mm
	Temperatura promedio anual	23.7ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	26.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-

Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería, agricultura
	Cultivos	Suchini
	Limitante del uso	Mediana pedregosidad superficial y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con especies de sarespino, ceibillo y cushín.
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		14-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 21 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos; muchas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite gradual y plano.
21 – 57 cm C1	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arcillo arenosa; frecuente grava (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite gradual y plano.
57 – 80 cm C2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio arenosa franca; frecuente grava (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.2, neutro; límite gradual y plano.
80 – 100 cm Ab	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca grava (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3, neutro; límite gradual y plano.
100 – 130 cm C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.4, ligeramente alcalino.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011031)

Cuadro 4.182. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011031)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-21	1.44	1.89	32.12	14.26	11.05	10.08	8.94	7.61	4.84	15.62	8.19	23.81
21-57	1.55	2.34	27.33	8.25	7.78	7.27	7.08	5.62	4.00	24.15	9.61	33.76

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-21	14.54	6.21
21-57	10.23	3.78

Cuadro 4.183. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011031)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-21	78.48	12.82	8.70	FA	AF	5.00	6.9	0.97	1.85	-	-	-	2.02	6.26	Media
21-57	63.64	10.87	25.49	FArA	AF	30.00	7.1	0.80	1.52	-	-	-	0.58		
57-80	82.37	10.19	7.44	AF	AF	30.00	7.2	1.57	2.99	-	-	-	0.92		
80-100	81.25	10.63	8.12	AF	F	15.00	7.3	1.66	3.16	-	-	-	3.67		
100-130	52.80	29.64	17.56	FA	A	15.00	7.4	0.87	1.65	-	-	-	1.45		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-21	9.68	8.28	1.40	8.26	5.96	1.58	0.52	0.20	0.02	61.57	16.32	5.37	2.07	0.2
21-57	7.41	7.72		7.70	6.09	1.23	0.18	0.20	0.02	82.19	16.60	2.43	2.70	0.3
57-80	8.54	8.20	0.34	8.17	6.34	1.37	0.25	0.21	0.03	74.24	16.04	2.93	2.46	0.4
80-100	9.11	14.67		14.64	11.47	2.57	0.38	0.22	0.03	125.91	28.21	4.17	2.41	0.2
100-130	14.81	9.85	4.96	9.83	7.78	1.58	0.23	0.24	0.02	52.53	10.67	1.55	1.62	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn	
0-21	85.33	0.20	0.20	28.30	6.58	-
21-57	SAT	0.20	0.20	21.20	6.31	-
57-80	95.67	0.20	0.20	13.80	5.28	-
80-100	SAT	0.83	0.26	20.00	11.30	-
100-130	66.37	0.64	0.20	18.10	7.23	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011031)

Estos suelos poseen baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.166 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (21 cm de espesor); C1 (36 cm de espesor); C2 (23 cm de espesor); Ab (20 cm de espesor) y C (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo oscuro a pardo; de textura (de

laboratorio) franco arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **C1,** de color pardo grisáceo oscuro; de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **C2,** tiene color pardo oscuro a pardo; de textura (de laboratorio) arenosa franca; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte enterrado (por deposición aluvial) **Ab,** muestra color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) arenosa franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** presenta color pardo oscuro a pardo; de textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo muy friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.182 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.183, los suelos se presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre gruesas; la densidad real presenta valores bajos entre 1.89 – 2.34 g/cc. La densidad aparente tiene valores medios (1.44 g/cc) en superficie y altos (1.55 g/cc) en profundidad. La porosidad total en el perfil varía de baja (23.8%) en superficie a media (34%) en profundidad; de la cual el 16% y el 24% corresponden a los macroporos y entre el 8% y el 10% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad; responsables de una buena permeabilidad y rápida infiltración. Respecto a la humedad aprovechable es muy baja (6% a 4%) y representa una limitante para el desarrollo de los cultivos. No presentan limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.183, los suelos tienen un pH neutro (6.9 a 7.3) hasta el cuarto horizonte y ligeramente alcalino (7.4) en el último, valores adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo en superficie (1.85% a 1.52%) y medio (2.99% a 3.1%) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es baja (9.68 a 9.11 meq/100 g de suelo), excepto en el último horizonte donde es media (14.8 meq/100 g de suelo), por lo que tienen baja capacidad de retener nutrientes necesarios para las plantas. El valor de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) varía de bajo a medio (8.26 a 14.67 meq/100 g de suelo), los valores son insuficientes por lo que deben ser suplementadas. La saturación de bases (SB), es alta (100% a 66.3%) en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), poseen valores bajos en todos los horizontes; el potasio (K), se encuentra alto en el horizonte superior y disminuye en los demás. En relación a los **cationes**, el calcio (Ca), reporta valores medios hasta el tercer horizonte y altos en los demás; el magnesio (Mg), se encuentra bajo, excepto en el cuarto horizonte donde es medio.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), se encuentran bajos en todos los horizontes. El hierro (Fe), posee contenidos altos en superficie que disminuyen en profundidad. El manganeso (Mn), reporta valores medios, excepto en el cuarto horizonte donde son altos. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011031)

Estos suelos se han originado de depósitos aluvio-coluviales, de baja evolución, son profundos; bien drenados;

texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre gruesas; pH neutro; bajos contenidos de materia orgánica en superficie. Presenta baja capacidad de intercambio de cationes, medio contenido de bases intercambiables, alta saturación de bases y media fertilidad. El régimen de humedad del suelo es "ústico", es decir, los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", significa que la temperatura media del suelo es >22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo son las pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), frecuentes fragmentos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial, erosión moderada y déficit de agua en época seca. Estos suelos son de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Asimismo, son aptos para desarrollar sistemas ganaderos semi-intensivos.

Para un adecuado manejo de la fase con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas; se recomienda sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con barreras vivas de gramíneas en la parte superior, esta técnica ayudará a reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia y permitirá aumentar la infiltración de agua en el perfil, lo que ayudará que el suelo permanezca húmedo por más tiempo, favoreciendo su evolución y mejorando sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir la pérdida por erosión eólica. Es importante incrementar el contenido de materia orgánica, mediante la incorporación de abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Con referencia a la fertilización química, se necesitan los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, deben aplicarse en forma foliar el Cobre, Zinc y Manganeso. Se necesita riego en la época seca por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011031)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase XPEbp2 pertenece a la clase IV, subclase IV es y grupo de manejo IV es-3; posee vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.2.15 Unidad XWA

Consociación San José del Golfo: Entic Haplustolls, familia esquelética arenosa, isohipertérmica, perfil modal 010402.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío Copante, aldea Cucajol, fincas La Esperanza, Las Delicias, Ujuxtales, aldea Pomezuelas, caserío Pueblo Nuevo, paraje San Antonio y caserío Xaguay, del municipio de San José del Golfo.

En los alrededores del caserío, Buena Vista, cerros Del Zope, El Coloxón y Las Mesitas, caseríos El Hato y El Naranjo, paraje El Paredón, finca La Concepción y aldea Petacá, del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 6,250 hectáreas. En la Figura 4.167, se muestra el paisaje característico de esta unidad.



Figura 4.167 Filas y vigas cubiertas de bosque. Municipio de San José del Golfo (Foto: R. Pacheco)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido semiseco". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 23.0 °C; 677 mm de precipitación y una altitud media de 838 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies pochote o pumpo (*Cochlospermun vitifolium)*, plumajillo (*Alvaradoa amorphoides)*, ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.167, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de filitas, esquistos, serpentinitas, anfibolitas, basaltos, diabasas y calizas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Entic Haplustolls, familia esquelética arenosa, isohipertérmica (perfil modal, PM 010402); en un 15% del área por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 010403) y en el 10% del total del área restante, por los suelos Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, no ácida, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 010401).

La Consociación San José del Golfo presenta las siguientes fases:

- **XWAfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 5,276 ha.
- **XWAgp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 126 ha.
- **XWAgp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 848 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010402)

En la Figura 4.168, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

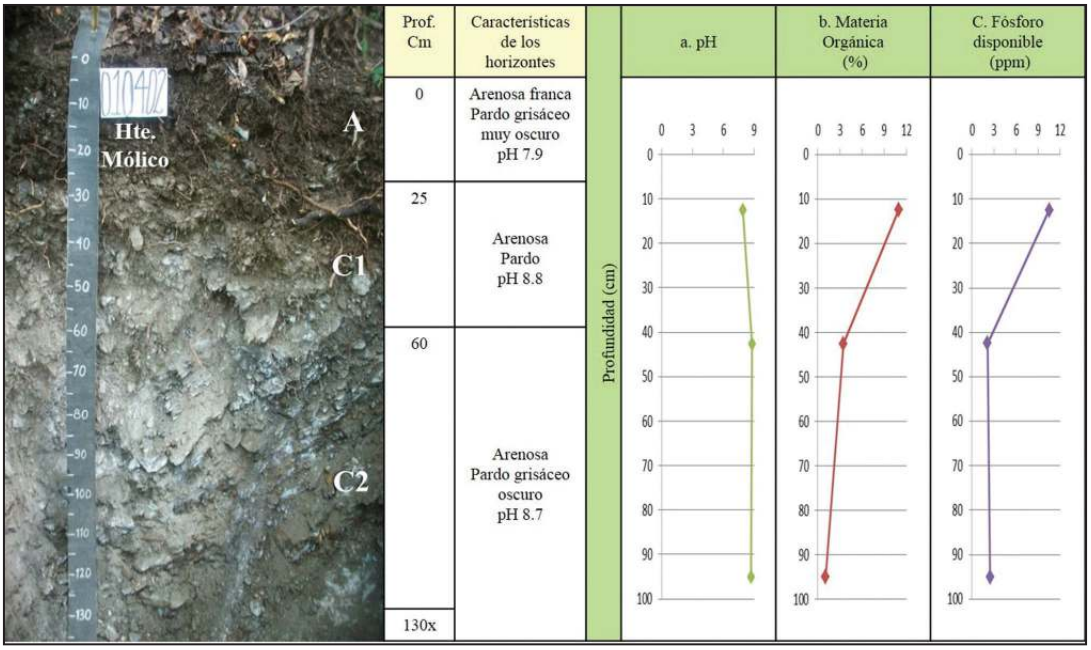


Figura 4.168 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010402) de la Consociación San José del Golfo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco, 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010402)

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación San José del Golfo
Símbolo	XWA

Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Entic Haplustolls, familia esquelética arenosa, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José del Golfo
	Aldea	El Jabillal
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 510331
		Y: 1638941
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,736
	Línea de vuelo No.	215
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y caliza
Altitud		652 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido semiseco
	Precipitación promedio anual	677 mm
	Temperatura promedio anual	23.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	23.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20 %.

Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	25 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Sin uso agroprecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, suelos muy superficiales, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Árbol de jiote, árbol Brasil
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		18-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; frecuente cascajo (25%) plano, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.9, moderadamente alcalino; límite claro y ondulado.
25 – 60 cm C1	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arenosa; extremadamente abundante cascajo (70%), plano, sin alteración, de naturaleza metamórfica; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.8, fuertemente alcalino; límite claro e irregular.
60 – 130 cm C2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arenosa; extremadamente abundante cascajo (80%), plano, sin alteración, de naturaleza metamórfica; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.7, fuertemente alcalino.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 010402)

Cuadro 4.184. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 010402)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.98	1.83	40.84	21.42	16.58	14.35	11.64	9.42	7.56	27.59	18.86	46.45
25-60	1.11	1.77	51.44	26.97	19.87	17.65	11.55	5.83	3.22	22.88	14.40	37.29

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-25	8.39	9.02	-	-	-	-
25-60	2.83	16.65	-	-	-	-

Cuadro 4.185. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 010402)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	76.77	20.31	2.92	AF	FAr	25.00	7.9	5.76	10.95	-	-	-	10.55	6.78	Alta
25-60	89.08	8.03	2.89	A	ArA	70.00	8.8	1.82	3.46	-	-	-	2.11		
60-130	93.07	4.03	2.90	A	ArA	80.00	8.7	0.55	1.05	-	-	-	2.48		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	30.76	18.25	12.51	18.23	15.89	1.73	0.32	0.29	0.02	51.66	5.62	1.04	0.94	0.1
25-60	11.39	15.19	-	15.16	14.07	0.67	0.12	0.30	0.03	123.53	5.88	1.05	2.63	0.2
60-130	13.67	17.33	-	17.30	15.97	0.92	0.11	0.30	0.03	116.83	6.73	0.80	2.19	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	59.27	0.69	1.83	9.57	11.30	12.30	0.16	0.17	0.07	-
25-60	SAT	1.37	1.00	4.06	7.84	13.90	0.07	0.05	0.04	-
60-130	SAT	4.96	2.34	10.50	20.80	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010402)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.168 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (25 cm de espesor); C1 (35 cm de espesor) y C2 (70 cm de espesor). El horizonte **A,** es de color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) arenosa franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** muestra color pardo; textura (de laboratorio) arenosa; sin estructura (grano suelto. El horizonte **C2,** presenta color pardo grisáceo oscuro; textura (de laboratorio) arenosa; sin estructura (grano suelto).

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.184 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.185, los suelos presentan texturas (de laboratorio) gruesas con extremadamente abundantes fragmentos de roca a partir de los 25 cm de profundidad; la densidad real presenta valores bajos entre 1.83 - 1.77 g/cc. La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.98 g/cc) en superficie y bajos (1.11 g/cc) en profundidad. La porosidad total varía de alta (46%) en el primer horizonte a media (38%) en el segundo; los macroporos ocupan entre 28% y 23%, los microporos entre 19% y 14% el cual refleja una dominancia de la macroporosidad; esta característica es responsable de la buena permeabilidad, drenaje rápido y de los valores muy bajos a bajos (9%-17%) de la retención de humedad aprovechable, estos valores de humedad pueden ser limitantes para el desarrollo de las plantas. Presenta limitaciones físicas a partir de los 25 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca (70%) lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** los suelos indicados en el Cuadro 4.185, el pH es moderadamente alcalino (7.9) en el horizonte superior y fuertemente alcalino (8.8 -8.7) en los demás horizontes, estos valores pueden ser limitantes para la mayoría de cultivos, por lo que deben ser enmendados. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (10.95%) en superficie y disminuye en profundidad a bajo (1.05%), estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes a las plantas y de constituyentes energéticos a los organismos, por lo que deben mantenerse e incluso aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de alta a media (30.76 a 11.39 meq/100 g de suelo), por lo que presenta media capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) reportan valores medios (18.23 a 15.16 meq/100 g de suelo), los valores son moderados, estos deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (59.2% a 100%) en todo el perfil. La retención fosfórica tiene valores bajos (12.3% a 13.9%) debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N), fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg), reporta valores medios en el primer horizonte y bajos el resto del perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), reporta valores bajos en el primer y segundo horizonte y medio en el tercero; el zinc (Zn), presenta valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), reporta contenidos bajos, excepto en el tercer horizonte donde son medios; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en superficie y medias en profundidad. Según los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad natural es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 010402)

Estos son suelos se han originado a partir de filitas, esquistos, serpentinas, anfibolitas, basaltos, diabasas y calizas, de moderada evolución, son muy superficiales; con drenaje moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) gruesas, extremadamente abundantes fragmentos de roca el perfil; pH moderadamente alcalino en superficie; contenidos altos de materia orgánica en superficie. Alta capacidad de intercambio de cationes en el horizonte superior; medio contenido de bases intercambiables; alta saturación y alta fertilidad. El régimen de humedad es "ústico", porque los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura es "isohipertérmico", debido a que la temperatura media del suelo es mayor a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y fuertemente escarpadas (>75%), de la pedregosidad superficial, suelos muy superficiales, los frecuentes fragmentos de roca mayor a 60% en el perfil, erosión ligera y moderada y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca mayor a 60% en el perfil y erosión moderada, tiene capacidad de uso forestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y que incluyan el control de incendios forestales.

Las fases con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera

y moderada, tiene capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para un adecuado manejo de la fase con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal, ya que esta protege del impacto de la gota de lluvia, y con esto se evita la erosión hídrica. En el caso de plantaciones forestales, estas deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, plantando al contorno, siguiendo las curvas a nivel, implementar acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, ya que con esta técnica se reduce el efecto de la erosión hídrica y la escorrentía provocada por las lluvias y se mejora la infiltración del agua en el perfil, con lo cual los suelos permanecen con humedad por más tiempo y esto favorece su desarrollo. Se recomienda la elaboración de barreras muertas, aprovechando la pedregosidad superficial presente en el área, y así reducir la escorrentía superficial. Es importante mantener e incluso aumentar el contenido de materia orgánica, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura con leguminosas que incluyan especies con bacterias fijadoras de nitrógeno y/o mantener el sotobosque.

En las áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados, que incluya el establecimiento de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, asimismo se deben establecer programas de control de incendios forestales.

En la fase con capacidad de uso para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciarse la regeneración natural. Es necesario reforestar con especies arbóreas nativas en las áreas deforestadas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, de requerirse la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los elementos menores necesita suplementarse el Cobre, el Zinc y el Hierro. De necesitarse riego en los primeros estadios de las plantaciones forestales deben aplicarse por goteo o aspersión.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010402)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase XWAfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII ps y grupo de manejo VII ps-3, posee vocación forestal; las fases XWAgp1 y XWAgp2 pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de las inclusiones (PI 010403, PI 010401)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a

En un 15% del área, contiene el suelo **Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental,**

superactiva, isohipertérmica (PI 010403), se caracterizan por ser superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, densidad aparente baja en el primer horizonte y media en el segundo, porosidad total y retención de humedad aprovechable bajas. El pH es moderadamente alcalino en el primer horizonte y fuertemente alcalino en los demás; la materia orgánica (MO), tiene valores altos en superficie y bajos en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos en superficie y desciende en profundidad. La saturación de bases (SB), tiene valores altos en todos los horizontes. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del área, contiene el suelo **Typic Ustorthents, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, no ácida, isohipertérmica (PI 010401)**, se caracterizan por ser superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, densidad aparente muy baja en el primer horizonte y baja en los siguientes, porosidad total media en superficie y desciende en profundidad. La retención de humedad aprovechable es media. El pH es ligeramente alcalino en el primer horizonte, neutro en el segundo y moderadamente ácido en el tercero. La materia orgánica (MO), presenta valores altos en la superficie y disminuye en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media. La saturación de bases (SB), tiene valores altos en todos los horizontes. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.16 Unidad XWB

Consociación El Zarzal: Typic Ustorthents, familia fragmental, esmectítica, no ácida, isohipertérmica, perfil modal 011109.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Entisol y se encuentran a inmediaciones del paraje Guadalupe, del municipio de Chuarrancho; las aldeas El Tablón y El Tamarindo, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,304 hectáreas. En la Figura 4.169, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.169 Filas y vigas cubiertas con pasto natural, matorrales y bosque. Municipio de San Raimundo (Foto: O. Hernández 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido semiseco". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 23.40 °C; 838 mm de precipitación y una altitud media de 787 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies pochote o pumpo (*Cochlospermun vitifolium)*, plumajillo (*Alvaradoa amorphoides)*, ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.169, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal está conformada por matorrales y relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de areniscas, lutitas y lodolitas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 85% del área por los suelos Typic Ustorthents, familia fragmental, esmectítica, no ácida, isohipertérmica (perfil modal, PM 011109) y en el 15% del total del área, por los suelos Typic Huplustolls, familia franca fina sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011213).

La Consociación El Zarzal presenta la siguiente fase:

- **XWBfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,304 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011109)

En la Figura 4.170, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

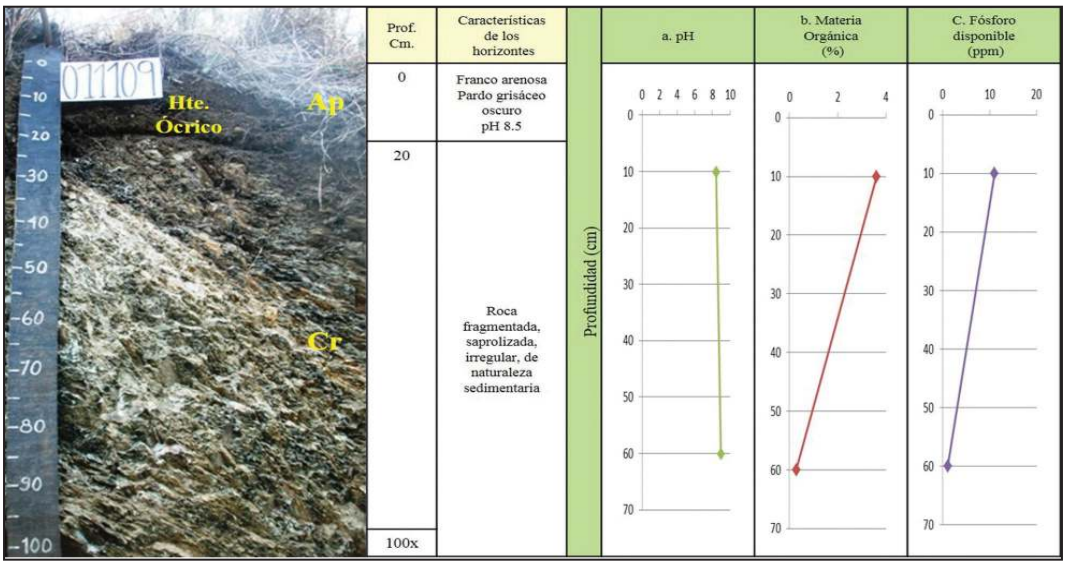


Figura 4.170 Se observan los horizontes identificados en el perfil modal (PM 011109) de la Consociación El Zarzal. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011109)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Zarzal
Símbolo		XWB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia fragmental, esmectítica, no ácida, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Raimundo
	Aldea	El Tablón
	Caserío, sector, sitio, finca	A 1 km de la aldea El Tablón
	Coordenadas planas	X: 497230
		Y: 1642816
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,672
	Línea de vuelo No.	214
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Areniscas, lutitas y lodolitas
Altitud		832 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido semiseco
	Precipitación promedio anual	855 mm
	Temperatura promedio anual	23.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	20 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Ganadería extensiva con pastos naturales
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, suelos muy superficiales, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		pastos, matorrales
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		07-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo franco arcillosa y laboratorio franco arenosa; poca cascajo (10%), irregular, de naturaleza sedimentaria; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa no plástica; frecuentes poros, finos, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, medias, vivas de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 8.5, fuertemente alcalino; límite claro, irregular.
20 – 100 cm Cr	Roca fragmentada y saprolizada; fragmentos de cascajo (97%), irregular, de naturaleza sedimentaria.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil modal (PM 011109)

Cuadro 4.186. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011109)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.32	1.52	64.20	36.94	24.64	23.72	22.66	15.24	10.65	8.11	5.05	13.16
20-100	0.99	2.00	49.46	16.22	15.41	14.05	11.68	9.97	8.52	34.77	15.73	50.50

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	5.55	13.99
20-100	4.98	6.89

Cuadro 4.187. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil (PM 011109)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	$CaCO_3$		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	59.31	37.06	3.63	FA	FAr	10.00	8.5	1.90	3.61	-	-	-	11.03	6.56	Media
20-100	42.13	39.57	18.3	F	A	97.00	9.0	0.15	0.29	-	-	-	1.06		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	43.08	51.56	-	51.56	48.43	1.78	1.21	0.14	-	112.40	4.14	2.81	0.33	0.0
20-100	37.77	55.56	-	55.56	53.78	0.85	0.74	0.20	-	142.38	2.24	1.96	0.52	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	SAT	0.12	0.23	0.67	25.57	-	-	-
20-100	SAT	0.10	0.14	0.31	13.00	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.188. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil modal (PM 011109)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)	
	00-15	15-130
Esmectitas (montmorillonita)	+++	+++
Caolinitas	++	++
Cuarzo	++	++
Micas	+	+
Cloritas	+	+
Calcita	tr	+

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)	
	00-15	15-130
Calcita	44	94
Feldespato	9	tr
Vidrio volcánico	8	-
Hematita	8	6
Magnetica	8	tr
Cuarzo	7	tr
Granos alterados	6	tr
Fragmentos líticos	4	-
Fragmentos de toba	4	-
Hiperstena	2	-
Circón	tr	-
Diópsido	tr	-

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011109)

Estos suelos son de baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.170 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor) y Cr (80 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo grisáceo oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cr,** está conformado por roca fragmentada y saprolizada.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.186 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.187, las texturas (de laboratorio) son moderadamente gruesas, con fragmentos de roca >90% (fragmentoso) a partir de los 20 cm de profundidad, la densidad real presenta valores bajos en el primer horizonte (1.52 g/cc). La densidad aparente es media (1.32 g/cc) en superficie. La porosidad total es baja (13%); donde la macroporosidad ocupa el 8% y la microporosidad el 5%; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad, se relaciona con la permeabilidad drenaje rápido y de la baja retención de humedad aprovechable (14%), lo que es limitante para el desarrollo de cultivos. Presenta limitaciones mecánicas a partir de los 20 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca (>90%) lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** de los suelos indicados en el Cuadro 4.187, el pH es fuertemente alcalino (8.5) en el horizonte superior, este valor puede ser limitante para la mayoría de los cultivos y deben enmendarse. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.61%) en el primer horizonte, debe aumentarse. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (43.08 meq/100 g de suelo) en superficie. El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), es alta (51.5 meq/100 g de suelo) en el primer horizonte. La saturación de bases (SB), es alta (100%).

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y el fósforo (P) tienen valores bajos; el potasio (K), es alto. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas; el magnesio (Mg), reporta valores medios en el primer horizonte.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), el zinc (Zn) y el hierro (Fe), reportan valores bajos; el manganeso (Mn) se encuentra en cantidades altas. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

Referente a los resultados de **mineralogía** indicados en el Cuadro 4.188, se muestra en la fracción arcilla, son dominantes las esmectitas; la caolinita y el cuarzo son comunes, así como las micas, cloritas y calcita están presentes. En la fracción arena domina la calcita, le siguen en presencia los feldespatos, vidrio volcánico, magnetita, hematita, cuarzo y granos alterados, fragmentos de toba, fragmentos líticos, hiperstena; circón y diópsido se encuentra como trazas.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011109)

Estos suelos originados de areniscas, lutita y lodolitas, son de baja evolución, son muy superficiales, con drenaje excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, fragmentos de roca > 90% (fragmentoso); pH fuertemente alcalino; contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial. Presenta alta capacidad

de intercambio de cationes en superficie, alto contenido de bases intercambiables; alta saturación de bases y media fertilidad. El régimen de humedad del suelo es "ústico", debido a que son suelos que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", esto significa que la temperatura media del suelo es mayor a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo son las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); suelos muy superficiales, con fragmentos de roca >90 % a partir de los 20 cm, mediana pedregosidad superficial, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Estos suelos poseen capacidad de uso forestal y aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional y que incluyan el control de incendios forestales. Es necesario mantener la cobertura vegetal, ya que esta protege del impacto de la gota de lluvia, y con esto se evita la erosión hídrica.

En el caso de plantaciones forestales, estas deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, plantando al contorno, siguiendo las curvas a nivel, implementar acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, ya que con esta técnica se reduce el efecto de la erosión hídrica y la escorrentía provocada por las lluvias y se mejora la infiltración del agua en el perfil, con lo cual los suelos permanecen con humedad por más tiempo y esto favorece su desarrollo. Se recomienda la elaboración de barreras muertas, aprovechando la pedregosidad superficial presente en el área, y así reducir la escorrentía superficial. Es importante mantener e incluso aumentar el contenido de materia orgánica, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura con leguminosas que incluyan especies con bacterias fijadoras de nitrógeno y/o mantener el sotobosque.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, de requerirse la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los elementos menores necesita suplementarse el Cobre, el Zinc y el Hierro. De necesitarse riego en los primeros estadios de las plantaciones forestales, puede aplicarse por goteo o aspersión.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011109)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en el estudio, la fase XWBfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII ps y grupo de manejo VII ps-3, posee vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011213)

Esta unidad cartográfica contiene, como inclusión en un 15% de su superficie, el suelo **Typic Huplustolls, familia franca fina sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica (PI 011213)**; se caracterizan por ser superficiales, drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, densidad aparente baja en el primer horizonte y media en el segundo. La porosidad total es media en el primer horizonte y baja en el segundo. La humedad aprovechable es baja. El pH es ligeramente alcalino. La materia orgánica (MO), tiene valores bajos. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos. La saturación de bases (SB), es alta. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.17 Unidad XWC

Consociación Rancho Ignacia: Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011208.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de los cerros Las Burras, Los Petates, Rancho Ignacia; parajes El Sol y La Luna, El Tamarindo y caserío El Salitre, del municipio de Chuarrancho. Además, en los alrededores del caserío Quichumil, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,013 hectáreas. En la Figura 4.171, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.171 Filas y vigas con matorrales espinosos. Municipio de Chuarrancho (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido semiseco". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 23.5 °C; 667 mm de precipitación y una altitud media de 735 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por la especies de pochote o pumpo (*Cochlospermun vitifolium)*, plumajillo (*Alvaradoa amorphoides)*, ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.171, la cobertura vegetal, está representada por matorrales espinosos.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado de serpentinitas, peridotitas, anfibolitas y diabasas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011208). En un 15 % del área por los suelos Typic Haplustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011204). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Rancho Ignacia presenta la siguiente fase:

- **XWCfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 2,013 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011208)

En la Figura 4.172, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

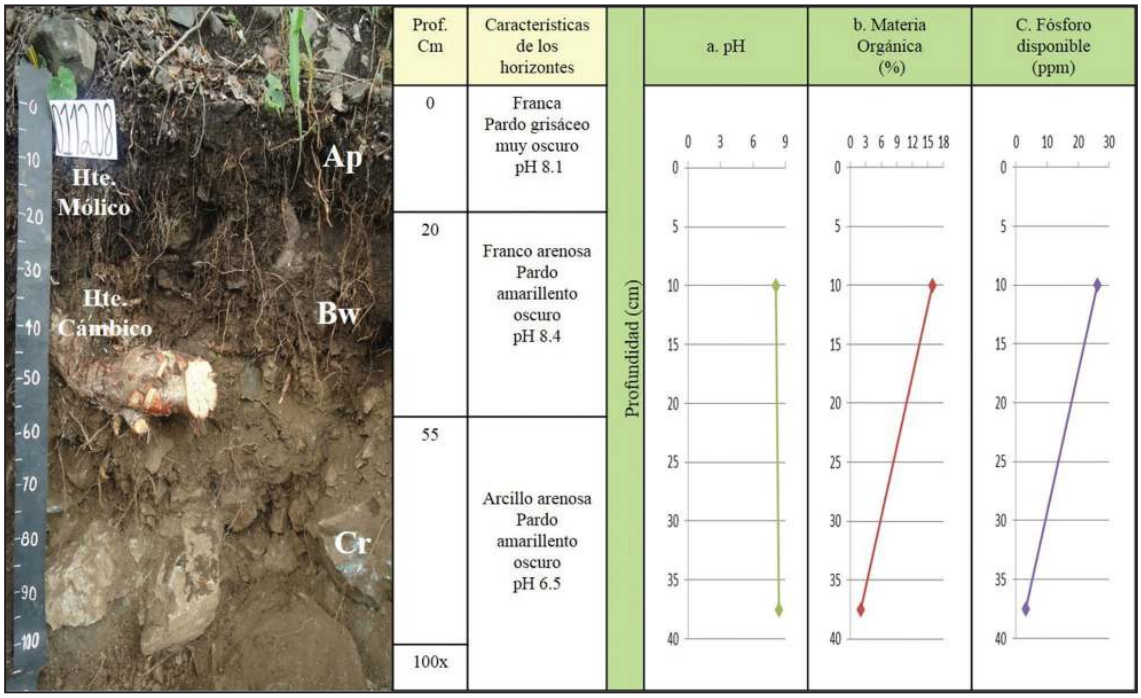


Figura 4.172 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011208) de la Consociación Rancho Ignacia. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011208)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Rancho Ignacia
Símbolo		XWC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chuarrancho
	Aldea	El Salitre
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 509301
		Y: 1646251

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,590
	Línea de vuelo No.	213
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa
Altitud		689 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido semiseco
	Precipitación promedio anual	500 mm
	Temperatura promedio anual	23.5 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	30 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión moderada, déficit de agua en época seca

Vegetación natural	Sarespino, zarza, palo blanco, palo de jiote
Describió	Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción	19-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franca; frecuente grava (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.1, moderadamente alcalino; límite claro y ondulado.
20 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante grava (45%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.4, moderadamente alcalino; límite difuso.
55 – 100 cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo arenosa; fragmentosa (grava 95%).

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011208)

Cuadro 4.189. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011208)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.94	2.29	44.19	24.06	23.43	21.98	13.88	9.31	7.09	27.70	31.26	58.95
20-55	1.27	2.21	25.64	20.22	18.88	15.29	6.29	4.06	3.44	11.21	31.32	42.53

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	11.36	16.34
20-55	3.49	15.44

Cuadro 4.190. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 011208)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	39.49	42.48	18.03	F	FArA	30.00	8.1	8.37	15.91	26.25		
20-55	53.70	35.34	10.96	FA	ArA	45.00	8.4	1.08	2.05	3.23	6.81	Alta
55-100	-	-	-	-	ArA	95.00	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	25.47	18.18	7.29	18.16	13.04	4.68	0.28	0.16	0.02	51.20	18.37	1.10	0.63	0.1
20-55	11.89	18.48		18.46	10.85	7.36	0.10	0.15	0.02	91.25	61.90	0.84	1.26	0.1

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	71.30	0.20	3.22	7.26	4.85	-	-	-
20-55	SAT	0.88	1.51	1.28	5.27	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011208)

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.172 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (35 cm de espesor) y Cr (45 cm de espesor). El horizonte **Ap,** muestra color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en gránulos, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** muestra color pardo amarillento oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cr,** con más de 90% de fragmentos de roca en el perfil.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** de los suelos indicados en el Cuadro 4.189 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.190, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con fragmentos de roca mayor al 90% (fragmentoso) a partir de los 55 cm La densidad real presenta valores bajos (2.29 a 2.21 g/cc). La densidad aparente varía de muy baja (0.94 g/cc) en superficie, a baja (1.27 g/cc) en profundidad. La porosidad total en el perfil varía de alta (59%), en el horizonte superior a media (42%) en el segundo; los macroporos ocupan entre el 28% y el 11% y los microporos el 31%, mostrando una dominancia de la micro sobre la macroporosidad. La retención de humedad aprovechable presenta valores bajos entre 16.34% a 15.44%, lo cual puede ser limitante para el adecuado desarrollo de las plantas. Presencia de fragmentos de roca mayor a 90%, a los 55 cm, que limitan la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** de los suelos indicados en el Cuadro 4.190, los suelos presentan pH moderadamente alcalino (8.1 a 8.4), que puede ser limitante para algunos cultivos y en ese caso, será necesario enmendar los suelos. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (15.91%) en superficie y medio (2.05%) en profundidad, niveles que están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas y de constituyentes energéticos para los microorganismos del suelo, estos valores de materia orgánica deben mantenerse e incluso incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), varía de alta (25.47 meq/100 g de suelo) en el primer horizonte a media (11.89 meq/100 g de suelo) en el segundo, indicando una moderada capacidad de retención de nutrientes útiles para las plantas. El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) es medio (18.16 a 18.46 meq/100 g de suelo), insuficiente para el desarrollo de los cultivos, deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (71% a 100%).

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N), presenta valores bajos; el fósforo (P), reporta valores altos en el primer horizonte y bajos en el segundo; el potasio (K), tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en el segundo. De los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), se encuentran en cantidades altas en el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos; el zinc (Zn), reporta valores medios en el primer horizonte y bajos en el segundo; el hierro (Fe), presenta valores bajos; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades bajas en el primer horizonte y medias en el segundo. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011208)

Estos suelos originados de serpentinitas, peridotitas, anfibolitas y diabasas, presentan moderada evolución, son moderadamente superficiales; con drenaje excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con más de 90% de fragmentos de roca en el perfil; pH moderadamente alcalino; con altos contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial. Con alta capacidad de intercambio catiónico en superficie; presentan contenido medio de bases intercambiables; alta saturación de bases y alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura es "isohipertérmica", por lo que la temperatura media del suelo es mayor a los 22.0°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos relacionan con las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); suelos moderadamente superficiales, con extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil, abundante pedregosidad superficial; erosión moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Son tierras con capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional además de medidas de mitigación y protección contra incendios forestales.

En el manejo de estos suelos debe incluir el mantenimiento de la cobertura vegetal. Las plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, plantando al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, el talud de las mismas puede ser reforzado con los fragmentos que se encuentran dentro del perfil. Es importante mantener el contenido de materia orgánica, se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque.

Se recomienda establecer acequias de ladera, que incluyan barreras vivas en la parte superior, con la finalidad de reducir la erosión hídrica, la escorrentía superficial causada por las lluvias y aumentar la infiltración del agua en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo. Para aprovechar la piedra en superficie, se recomienda elaborar barreras muertas, que ayudarán a reducir la escorrentía superficial. En las áreas degradadas por sobreexplotación, se recomienda establecer programas de recuperación integral de suelos, utilizando las especies arbóreas nativas para realizar reforestaciones; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Así mismo establecer programas de control de incendios forestales.

En el establecimiento de plantaciones forestales y de acuerdo a su rentabilidad, si se requiere fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores, Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los elementos menores, necesita suplementar el Cobre, Zinc y Hierro. Respecto al pH moderadamente alcalino, puede ser limitante para la solubilidad de algunos elementos, en ese caso el suelo debe aplicarse enmiendas, la decisión del tipo de enmienda deberá basarse en los análisis de suelo en finca y de acuerdo con la especie a plantar. Si es necesario el riego, debe aplicarse, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011208)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase XWCfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII ps y grupo de manejo VII ps-3, posee vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011204)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 15%, de su superficie, como inclusión el suelo **Typic Haplustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica (PI 011204)**, se caracterizan por ser superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; con densidad aparente baja. La porosidad total es media en el primer horizonte y alta en el segundo. La retención de humedad aprovechable es baja. El pH es neutro en superficie y ligeramente alcalino en profundidad. La materia orgánica (MO), es alta en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), y la saturación de bases (SB), son altas en el perfil. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.18 Unidad XWD

Consociación San Buenaventura: Lithic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011201.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones del caserío Sisimit y la aldea San Buenaventura, del municipio de Chuarrancho. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,030 hectáreas. En la Figura 4.173, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.173 Filas y vigas con cobertura de arbustos y bosque. Municipio de Chuarrancho. (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido semiseco". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 24.2 °C; 558 mm de precipitación

y una altitud media de 591 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies de pochote o pumpo (*Cochlospermun vitifolium)*, plumajillo (*Alvaradoa amorphoides)*, ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.173, el uso principal es forestal y la cobertura vegetal, está presentada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de serpentinitas, peridotitas, anfibolitas y diabasas; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad está compuesta en un 85% de la superficie por los suelos Lithic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011201). El 15% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Ustorthents, familia franca fina sobre fragmental, no ácida, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011219).

La Consociación San Buenaventura presenta las siguientes fases:

- **XWDfp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 306 ha.
- **XWDfp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 724 ha.

A). Descripción del perfil Modal (PM 011201)

En la Figura 4.174, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad y el color de los horizontes. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

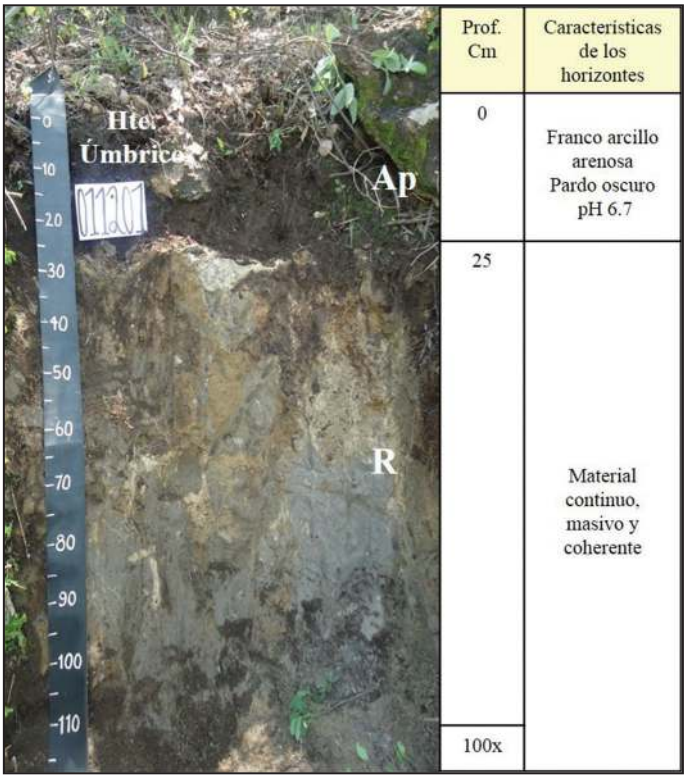


Figura 4.174 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal, (PM 011201) de la Consociación San Buenaventura. (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011201)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación San Buenaventura
Símbolo		XWD
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Lithic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chuarrancho
	Aldea	San Buenaventura
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 508243
		Y: 1648963
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,590
	Línea de vuelo No.	213
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa
Altitud		558 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido semiseco
	Precipitación promedio anual	558 mm
	Temperatura promedio anual	24.2ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	27.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	25 cm
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, contacto lítico, suelos muy superficiales, déficit de agua en época seca,
Vegetación natural		Sarespino, palo jiote, ceibillo, zarza
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		19-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca piedra (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
25 – 100 cm R	Material continuo, masivo y coherente.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011201)

Cuadro 4.191. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011201)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.90	1.77	61.48	39.20	38.97	27.99	21.84	16.32	11.55	18.00	31.16	49.15

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	28.57	27.42

Cuadro 4.192. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 011201)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	45.08	27.14	27.78	FArA	FAr	15.00	6.7	2.63	5.00	-	-	-	3.39	7.41	Alta

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	22.08	9.83	12.25	9.81	6.80	2.37	0.47	0.17	0.02	30.80	10.73	2.13	0.77	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	44.43	0.28	1.34	16.00	16.40	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C) Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011201)

Estos suelos poseen baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.174 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor) y R (75 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo oscuro; de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **R,** es un material continuo, masivo y coherente.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.191 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.192, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas y contacto lítico a los 25 cm La densidad real es baja en superficie (1.77 g/cc). La densidad aparente es muy baja (0.90 g/cc). La porosidad total es alta (49%); el 18% corresponde a los macroporos y el 31% a los microporos; estos valores muestran dominancia de la micro sobre la macroporosidad; responsables de la media retención de humedad aprovechable (27.42%), adecuada para el desarrollo de las plantas. Presencia de material continuo, masivo y coherente, a los 25 cm siendo una limitante mecánica para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.192, los suelos tienen un pH neutro (6.7), adecuado para la solubilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (5.0%), valor relacionado con el suministro de aporte de los nutrientes para las plantas, se debe de mantener e incluso incrementar. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (22.08 meq/100 g de suelo), lo que indica un adecuado potencial para la retención de nutrientes útiles para las plantas. El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), es bajo (9.81 meq/100 g de suelo), insuficiente para el desarrollo de las plantas, deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es media (44%).

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y fósforo disponible (P), tienen valores bajos; el potasio (K), se encuentra alto. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), reporta valores altos; el magnesio (Mg), es medio.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el Zinc (Zn), son bajos en superficie; el hierro (Fe), presenta

contenidos medios; el manganeso (Mn) es alto. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011201)

Estos suelos originados a partir de serpentinitas, peridotitas, anfibolitas y diabasas. Presentan baja evolución, son muy superficiales, de material masivo y coherente a los 25 cm; con drenaje moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH neutro; contenidos altos de materia orgánica. Con alta capacidad de intercambio de cationes; bajo contenido de bases intercambiables; media saturación de bases y alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", esto quiere decir la temperatura media del suelo es mayor a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); suelos muy superficiales por contacto lítico a los 25 cm; erosión de grado ligero y moderado; la mediana pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Estas tierras tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisado por el Servicio Forestal Nacional y control de incendios forestales.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal. Las plantaciones forestales, deben de establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Para mejorar la retención de humedad de los suelos, se recomienda implementar acequias de ladera con barreras vivas, que disminuyen la escorrentía y aumentan la infiltración del agua de lluvia en el perfil.

Se recomienda construir terrazas individuales por planta. Es de suma importancia mantener e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o conservar el sotobosque.

En el establecimiento de plantaciones forestales y acorde a su rentabilidad, de necesitar una fertilización química, deben aplicarse los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Como elementos menores. Estos suelos necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011201)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, las fases XWDfp1 y XWDfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2, poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011219)

Esta unidad cartográfica contiene en un 15 % de su superficie, como inclusión el suelo **Typic Ustorthents, familia franca fina sobre fragmental, no ácida, isohipertérmica (PI 011219),** , se caracterizan por ser muy superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; la densidad aparente es muy baja; la porosidad total es alta. La humedad aprovechable es baja; el pH es neutro. La materia orgánica (MO), tiene valores altos. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos; la saturación de bases (SB), es alta. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.19 Unidad XWE

Consociación El Tablón: Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isohipertérmica, perfil modal 011212.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Entisol. Se encuentran a inmediaciones del caserío El Tablón y la comunidad La Ceiba, del municipio de Chuarrancho. En los alrededores del cerro El Convento; finca El Platanar; paraje Joya del Platanar y aldea La Choleña, del municipio de San José del Golfo. En el cerro Cerco de Piedra y el caserío El Jícaro, del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 522 hectáreas. En la Figura 4.175, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.175 Lomas con agricultura y arbolado disperso. Municipio de Chuarrancho (Foto: R. Pacheco 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido semiseco". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 23.1 °C; 659 mm de precipitación y una altitud media de 820 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.175, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal está representada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isohipertérmica (perfil modal, PM 011212). El 15% está ocupada por los suelos Typic Ustorthents familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 010408). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala del presente estudio.

La Consociación El Tablón presenta las siguientes fases:

- **XWEdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 50 ha.
- **XWEe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 25 ha.
- **XWEep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 125 ha.
- **XWEep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 322 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011212)

En la Figura 4.176, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

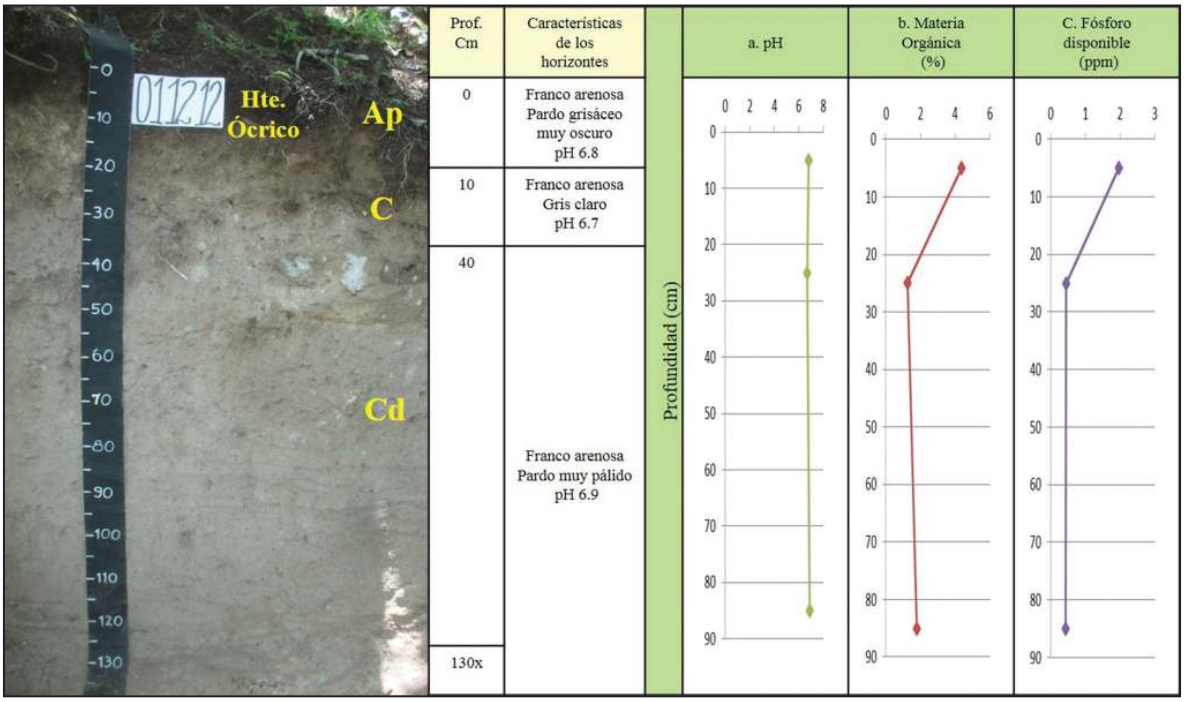


Figura 4.176 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011212) de la Consociación El Tablón. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011212)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Tablón
Símbolo		XWE
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia esquelética franca, activa, no ácida, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chuarrancho
	Aldea	La Ceiba
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 507317
		Y: 1642496
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,668
	Línea de vuelo No.	214
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita
Altitud		686 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido semiseco
	Precipitación promedio anual	659 mm
	Temperatura promedio anual	22.5 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	23.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	40 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada, abundante pedregosidad superficial, material compactado en el perfil y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Relictos de bosque natural compuestas por las especies de sarespino, árbol brasil y otras latifoliadas.
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		19-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 10 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite claro y plano.
10 – 40 cm C	Color en húmedo gris claro (10YR7/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y plano.
40 – 130 cm Cd	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; con contenido de piedra (70%), sin alteración, de naturaleza ígnea.

B) Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del suelo perfil (PM 011212)

Cuadro 4.193. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011212)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-10	0.49	1.85	77.72	35.30	31.69	23.45	17.33	10.56	9.28	43.54	29.97	73.51
10-40	0.90	1.76	67.54	33.60	32.73	18.27	15.63	14.72	9.06	25.18	23.68	48.86
40-130	0.77	1.9	53.53	42.72	32.05	19.05	13.53	12.15	8.53	23.87	35.61	59.47

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-10	19.34	22.41
10-40	9.94	23.67
40-130	11.98	23.52

Cuadro 4.194. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 011212)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-10	62.05	24.06	13.89	FA	FA	-	6.8	2.29	4.35	-	-	-	1.97	6.23	Media
10-40	60.51	25.86	13.63	FA	A	20.00	6.7	0.66	1.25	-	-	-	0.44		
40-130	64.63	25.07	10.3	FA	A	70.00	6.9	0.94	1.78	-	-	-	0.42		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-10	13.02	9.26	3.76	9.24	5.59	2.44	0.90	0.31	0.02	42.93	18.74	6.91	2.38	0.2
10-40	6.23	3.84	2.39	3.81	1.35	1.45	0.70	0.31	0.03	21.67	23.27	11.24	4.98	0.8
40-130	5.09	3.57	1.52	3.54	1.34	1.16	0.71	0.33	0.03	26.33	22.79	13.95	6.48	0.8

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-10	70.97	0.20	2.80	14.40	14.20	-	-	-
10-40	61.16	0.20	0.54	13.70	10.10	-	-	-
40-130	69.55	0.20	1.28	18.70	10.00	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011212)

Estos suelos poseen baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.176 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (10 cm de espesor); C (30 cm de espesor) y Cd (90 cm de espesor). El horizonte **Ap**, tiene color pardo grisáceo muy oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C**, es de color gris claro; de textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El horizonte **Cd,** muestra color pardo muy pálido; de textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.193 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.194, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; con extremadamente abundantes fragmentos de roca a partir de los 40 cm de profundidad y material compactado. La densidad real presenta valores bajos (1.85 a 1.76 g/cc). La densidad aparente presenta valores muy bajos (0.49 a 0.90 g/cc). La porosidad total varía de muy alta (74%) en el primer horizonte a alta (59%) en profundidad; en superficie domina la macroporosidad 44% y el 24% sobre la microporosidad 30% y el 35%, responsable de una buena permeabilidad y drenaje rápido hasta encontrar el material compactado (a los 40 cm). La retención

de humedad aprovechable tiene valores medios (22% a 24%), valores que no son limitantes para las plantas. Hay extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 40 cm de profundidad y material compactado que impiden la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** los suelos indicados en el Cuadro 4.194, los suelos presentan pH neutro (6.8 a 6.9), adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (4.35%) en el primer horizonte y bajo (1.25% a 1.78%) en profundidad, estos valores están relacionados con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de agregados y el suministro de nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media (13.02 meq/100 g de suelo) en el horizonte superior y baja (6.23 a 5.09 meq/100 g de suelo) en los demás, lo cual indica que los suelos tienen moderado potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), tienen niveles bajos (9.24 meq/100 g de suelo) a muy bajos (3.54 meq/100 g de suelo), insuficiente para el desarrollo de los cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (71% a 61%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tiene valores bajos en todo el perfil; el potasio (K), presenta contenidos altos en todos los horizontes. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), reporta valores medios en superficie y bajos en profundidad; el magnesio (Mg), es medio en el primer horizonte y baja en los demás.

En relación a los elementos **menores**, el cobre (Cu) y Zinc (Zn), presentan niveles bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), tiene contenidos medios en todo el perfil; el manganeso (Mn), es alto en superficie y medio en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011212)

Estos suelos originados de cuarzomonzonitas, granodioritas y cuarzodioritas, presentan baja evolución, son superficiales; bien drenados; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 40 cm de profundidad y material compactado; pH neutro; contenidos altos de materia orgánica en superficie; media capacidad de intercambio de cationes en superficie; bajos contenidos de bases intercambiables; alta saturación de bases y fertilidad media. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", significa que la temperatura media del suelo es mayor a 22 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%); erosión ligera y moderada; abundante pedregosidad superficial; material compactado en el perfil con extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 40 cm y déficit de agua en época seca. Estas tierras son de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de conservación de suelos y agua para evitar la erosión hídrica. Asimismo, son aptos para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas, gramíneas y establecer barreras muertas elaboradas con la piedra en superficie, para reducir la escorrentía

provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolongara en el suelo, lo que favorece su evolución y mejora sus condiciones físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una adecuada cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, bancos forrajeros, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Es importante mantener e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para todas las fases se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo se recomienda suplementar Cobre y Zinc de forma foliar.

Estos suelos necesitan riego en la época seca, por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011212)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase XWEdp2 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-6; las fases XWEe2, XWEep1 y XWEep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-7; poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 010408)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 15%, de su superficie, como inclusión el suelo **Typic Ustorthents familia esquelética franca, superactiva, no ácida, isohipertérmica (PI 010408),** se caracterizan por ser muy superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; con densidad aparente alta. La porosidad total y la humedad aprovechable tienen valores bajos. El pH, es neutro; la materia orgánica (MO), tiene valores altos; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), muestra valores medios; saturación de bases (SB) y la fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.20 Unidad XWF

Consociación El Limón: Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011210.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones del cerro de Las Minas; los caseríos El Amatillo, El Castaño, El Limón, El Venturero, Lo de Lac, Los Pescaditos; las fincas El Amatillo, El Castaño; aldeas Rincón Grande y el Trapiche Grande, del municipio de Chuarrancho. Cercanos a las aldeas El Caulote, El Cablote, Loma Tendida; finca La Esperanza; los caseríos

Garibaldi, Joya de Terreros, La Ceiba y La Verbena, del municipio de San José del Golfo. En los alrededores de la finca San Felipe, del municipio de San Pedro Ayampuc. La unidad cartográfica abarca una extensión de 3,677 hectáreas. En la Figura 4.177, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.177 Lomas cubiertas con bosque latifoliado. Municipio de Chuarrancho (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido semiseco". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 23.14 °C; 687 mm de precipitación y una altitud media de 827 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), pochote (*Cochlospermun vitifolium*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.177, la cobertura vegetal, está representada por bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado de serpentinitas, filitas, peridotitas, anfibolitas y diabasas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011210). En un 10% del área, por los suelos Entic Haplustolls, familia fragmental, mezclada, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011203). En un 10% de su superficie, por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética arenosa, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011214). El 5% del área restante, está ocupada por los suelos Dystric Haplustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011217).

La Consociación El Limón presenta las siguientes fases:

- **XWFd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 107 ha.
- **XWFdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 411 ha.
- **XWFdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 245 ha.
- **XWFe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 172 ha.

- **XWFep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 67 ha.
- **XWFep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 2,675 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011210)

En la Figura 4.178, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

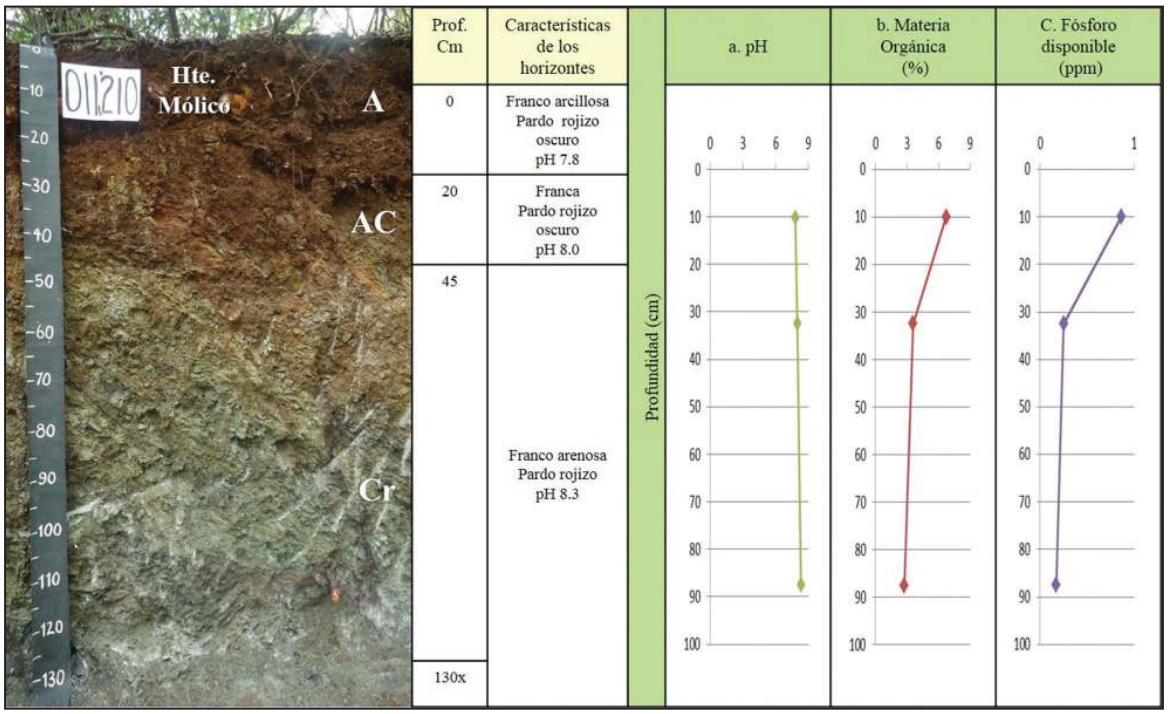


Figura 4.178 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011210) de la Consociación El Limón. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011210)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Limón
Símbolo		XWF
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia esquelética franca sobre fragmental, superactiva, isohipertérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chuarrancho
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino al Río Motagua
	Coordenadas planas	X: 505730
		Y: 1644996
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,670
	Línea de vuelo No.	214
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Serpentinita, filitas, peridotita, anfibolita y diabasa
Altitud		626 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido semiseco
	Precipitación promedio anual	541 mm
	Temperatura promedio anual	23.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Lento a medio
	Externo	Medio a rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	30 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	45 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, abundante pedregosidad superficial, erosión moderada, fragmentos de roca en el perfil y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Bosque natural con especies de latifoliadas
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		20-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm A	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillosa; frecuente piedra (20%), irregular, mediana alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.8, ligeramente alcalino; límite gradual y plano.
20 – 45 cm AC	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; abundante piedra (40%), irregular, mediana alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques angulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 8.0, moderadamente alcalino; límite claro y plano.
45 – 130 cm Cr	95% piedra, irregular, mediana alteración, de naturaleza metamórfica.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011210)

Cuadro 4.195. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011210)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.76	2.50	59.28	38.06	33.39	26.32	20.57	18.06	15.15	30.40	39.20	69.60
20-45	0.97	2.26	54.92	33.61	32.80	20.94	18.91	16.75	15.97	22.99	34.09	57.08

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	20.62	18.24
20-45	17.84	16.83

Cuadro 4.196. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 011210)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	38.77	33.61	27.62	FAr	ArA	20.00	7.8	3.55	6.74	-	-	-	0.86	6.28	Media
20-45	35.75	46.84	17.41	F	ArA	40.00	8.0	1.89	3.59	-	-	-	0.25		
45-130	63.92	26.83	9.25	FA	A	95.00	8.3	1.44	2.74	-	-	-	0.17		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	30.57	18.95	11.62	18.93	8.46	10.16	0.14	0.17	0.02	27.67	33.24	0.46	0.56	0.1
20-45	23.21	17.03	6.18	17.01	3.91	12.84	0.10	0.16	0.02	16.85	55.32	0.43	0.69	0.1
45-130	16.42	12.85	3.57	12.83	0.80	11.76	0.10	0.17	0.02	4.87	71.62	0.61	1.04	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-20	61.92	1.37	0.52	2.10	10.40
20-45	73.29	1.17	0.59	5.97	2.23
45-130	78.14	0.20	0.90	9.86	4.61

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011210)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.178 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (20 cm de espesor); AC (25 cm de espesor) y Cr (85 cm de espesor). El horizonte **A,** tiene color pardo rojizo oscuro; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **AC,** muestra color pardo rojizo oscuro; textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques angulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cr**, posee más de un 95% de fragmentos de roca.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.195 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.196, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas; con fragmentos de roca mayor al 95% (fragmentoso), a los 45 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (2.5 a 2.26 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.76 a 0.97 g/cc). La porosidad total varía en el perfil de muy alta (70%) en la superficie a alta (57%) en los demás, donde domina la microporosidad 39% a 34% sobre la macroporosidad 30% y el 23%, lo que contrasta con una baja retención de humedad aprovechable (18% a 17%) y representa una limitante para las plantas. Estos suelos tienen un horizonte fragmentoso (95% de fragmentos en el perfil), a los 45 cm de profundidad, lo que impide la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.196, los suelos tienen un pH ligeramente alcalino (7.8), en el horizonte superficial y moderadamente alcalino (8.0 a 8.3) en profundidad, valores limitantes para algunos cultivos y deben enmendarse. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (6.74%) en el primer horizonte y medio (3.5% a 2.74%) en los demás.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (30.5 a 23.2 meq/ 100 g de suelo) en superficie y media (16.42 meq/100 g de suelo) en profundidad, indica que los suelos tienen potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. Los suelos tienen un reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), con valores medios (18.9 a 12.83 meq/100 g de suelo), insuficientes para el desarrollo de las plantas, debe de suplementarse. La saturación de bases (SB), en el perfil es alta (62 a 78%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), presentan niveles bajos en todo el perfil. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en el primer horizonte, medias en el segundo y bajas en el tercero; el magnesio (Mg), es alto en todo el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), zinc (Zn) y hierro (Fe), presentan valores bajos en todo el perfil y el manganeso (Mn), presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011210)

Estos suelos se han originado de serpentinitas, filitas, peridotitas, anfibolitas y diabasas, presentan moderada evolución, son superficiales; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil (95%); pH ligeramente alcalino en superficie; en el horizonte superficial presenta contenidos altos de materia orgánica; capacidad de intercambio de cationes alta en superficie; bases intercambiables con valores medios; saturación de bases alta y fertilidad media. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isohipertérmico”, esto significa que la temperatura edáfica es mayor a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%); la abundante pedregosidad superficial; la erosión ligera y moderada; el contenido de abundantes fragmentos de roca en el perfil y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Estas tierras son de capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional además de medidas de mitigación y protección contra incendios forestales.

El manejo de estos suelos debe incluir: mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia. Las plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, plantando al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, el talud de las mismas puede ser reforzado con los fragmentos que se encuentran dentro del perfil. Es importante mantener e incrementar el contenido de materia orgánica, se debe mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. Establecer acequias de ladera, que incluyan barreras vivas en la parte superior, con la finalidad de reducir la erosión hídrica, la escorrentía superficial causada por las lluvias y aumentar la infiltración del agua en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo. Para aprovechar la piedra en superficie, se tienen que elaborar barreras muertas, las cuales ayudarán a reducir la escorrentía superficial. En las áreas degradadas por sobreexplotación, se recomienda establecer programas de recuperación integral de suelos, utilizando las especies arbóreas nativas para realizar reforestaciones; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Así mismo establecer programas de control de incendios forestales.

Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo, deben aplicarse en forma foliar el Cobre y el Zinc. El Hierro debe ser suplementado. Estos suelos necesitan riego en la época seca ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011210)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, las fases XWFd2, XWFdp1, XWFdp2, XWFe2, XWFep1 y XWFep2 pertenecen a la clase VII, subclase VII s y grupo de manejo VII s-2, poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de las inclusiones (PI 011203, PI 011214, PI 011217)

Esta unidad cartográfica contiene tres suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 10% del área, contiene el suelo **Entic Haplustolls, familia fragmental, mezclada, isohipertérmica (PI 011203),** se caracterizan por ser superficiales; drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; densidad aparente baja; la porosidad total es alta. La humedad aprovechable exhibe muy bajos niveles; el pH es moderadamente alcalino; la materia orgánica (MO), tiene valores altos. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), y la saturación de bases (SB), poseen niveles bajos. La fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del área, contiene el suelo **Typic Haplustolls, familia esquelética arenosa, isohipertérmica (PI 011214),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales; drenaje natural bueno; de texturas (de laboratorio) gruesas; densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo; la porosidad total es alta; la humedad aprovechable es baja. El pH es moderadamente alcalino; la materia orgánica (MO), es alta en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA) y saturación de bases (SB), son altas. La fertilidad natural es media (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene el suelo **Dystric Haplustepts, familia esquelética franca sobre fragmental, activa, isohipertérmica (PI 011217),** se caracterizan por ser superficiales; con drenaje natural moderadamente excesivo; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; con densidad aparente baja en todos los horizontes; la porosidad total es media; la humedad aprovechable es baja en superficie y aumenta en profundidad. El pH es neutro en superficie y moderadamente ácido en los restantes; la materia orgánica (MO), es alta en superficie y disminuye en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media y la saturación de bases (SB), es alta. La fertilidad natural es alta (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.21 Unidad XWG

Consociación Santa Rita: Typic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011205.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos El Salitre, El Venturero, Lo de Choy, Los Olotes, San Bernardo, San Pedrito, Santa Catarina y aldea San Buenaventura, del municipio de Chuarrancho. También en los alrededores de la aldea Concepción Grande; los caseríos Quebrada de Agua y Santa Rita, del municipio de San José del Golfo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 756 hectáreas. En la Figura 4.179, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.179 Lomas con pastos naturales y árboles dispersos. Municipio de Chuarrancho (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido semiseco". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 22.5 °C; 525 mm de precipitación y una altitud media de 561 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por pochote o pumpo (*Cochlospermun vitifolium)*, plumajillo (*Alvaradoa amorphoides)*, ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.179, la cobertura vegetal, está representa por relictos de bosque natural disperso y pastos naturales.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado a partir de serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve lomas.

Esta unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isohipertérmica (perfil modal PM 011205). El 20% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Haplustepts, familia esquelética franca, semiactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 010404).

La Consociación Santa Rita, presenta las siguientes fases:

- **XWGdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 44 ha.
- **XWGep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), poca mediana superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 10 ha.
- **XWGep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 702 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011205)

En la Figura 4.180, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

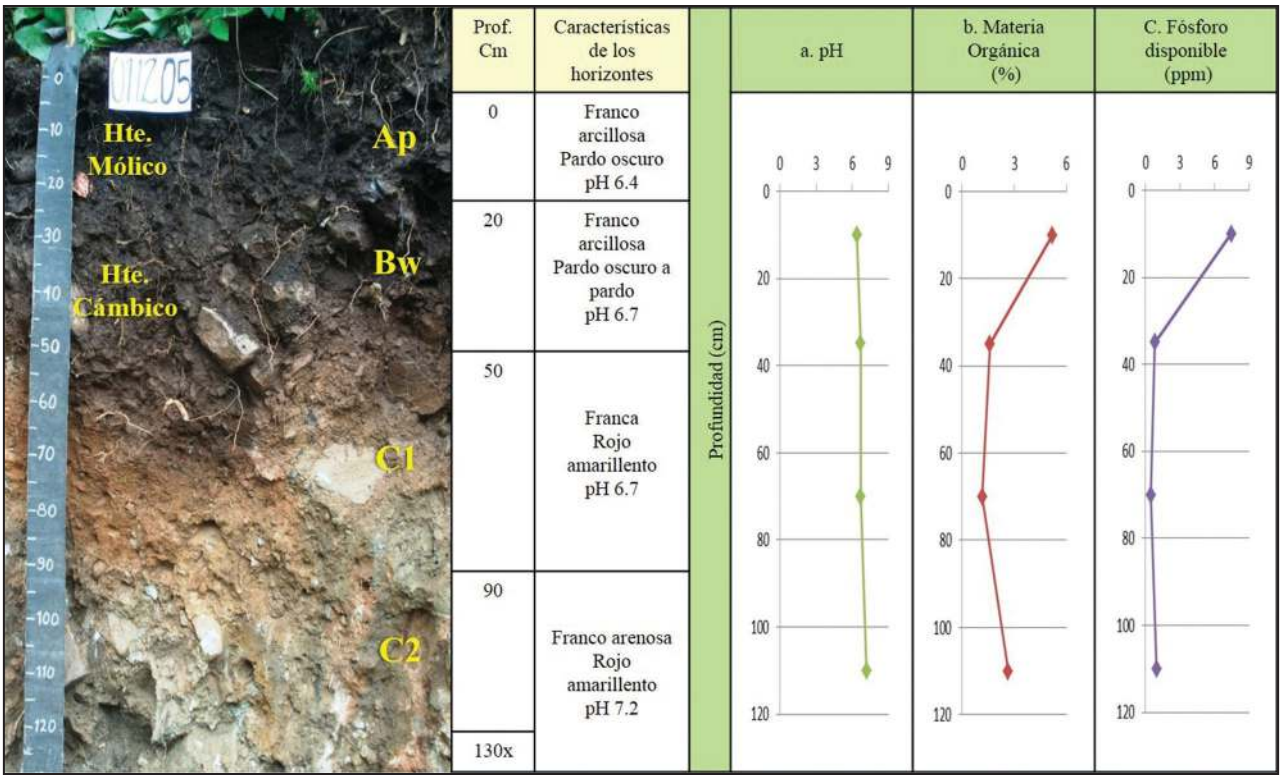


Figura 4.180 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011205), de la Consociación Santa Rita. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011205)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santa Rita
Símbolo		XWG
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia esquelética franca, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chuarrancho
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	San Buena Ventura
	Coordenadas planas	X: 507160
		Y: 1647842
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,590
	Línea de vuelo No.	213
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa
Altitud		497 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido semiseco
	Precipitación promedio anual	526 mm
	Temperatura promedio anual	22.5 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	27.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	30 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	50 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Material compactado, fragmentos de roca en el perfil, pedregosidad superficial, erosión moderada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Latifoliadas y pastos naturales
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		19-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y plano.
20 – 50 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; estructura en bloques subangulares, finos y medios débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
50 – 90 cm C1	Color en húmedo rojo amarillento (5YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
90 – 130 cm C2	Color en húmedo rojo amarillento (5YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; extremadamente abundante piedra (95%), irregular, sin alteración, de naturaleza metamórfica; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.2, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011205)

Cuadro 4.197. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011205)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.24	2.28	41.91	30.53	27.82	24.35	21.26	15.80	12.24	15.34	30.28	45.61
20-50	1.20	2.36	29.06	22.68	17.81	16.25	11.58	9.47	6.98	19.03	30.12	49.15
50-90	1.45	2.31	36.1	28.78	27.00	23.2	10.81	7.03	5.81	9.38	27.84	37.23

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	23.97	15.58
20-50	12.02	10.83
50-90	5.08	21.19

Cuadro 4.198. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 011205)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-20	40.44	31.89	27.67	FAr	ArL	5.00	6.4	2.74	5.20	-	-	-	7.45	7.71	Alta
20-50	38.60	33.48	27.92	FAr	ArL	20.00	6.7	0.84	1.60	-	-	-	0.81		
50-90	46.96	35.62	17.42	F	Ar	40.00	6.7	0.61	1.16	-	-	-	0.47		
90-130	57.74	28.43	13.83	FA	ArL	95.00	7.2	1.39	2.65	-	-	-	0.97		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	29.43	16.08	13.35	16.06	8.04	7.24	0.47	0.31	0.02	27.32	24.60	1.60	1.05	0.1
20-50	20.38	16.41	3.97	16.37	7.35	8.36	0.35	0.31	0.04	36.06	41.02	1.72	1.52	0.2
50-90	16.42	19.09	-	19.02	7.11	11.36	0.23	0.32	0.07	43.30	69.18	1.40	1.95	0.4
90-130	16.42	16.94	-	16.92	5.45	11.16	0.14	0.17	0.02	33.19	67.97	0.85	1.04	0.1

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-20	54.57	1.59	0.37	43.40	29.10
20-50	80.32	1.74	0.77	26.80	33.50
50-90	SAT	0.31	0.25	16.00	18.80
90-130	SAT	0.31	0.54	12.90	11.20

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011205)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.180 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (30 cm de espesor); C1 (40 cm de espesor) y C2 (40 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo oscuro; de textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El

horizonte **Bw,** presenta color pardo oscuro a pardo; de textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** muestra un color rojo amarillento; de textura franca (de laboratorio), sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme. El horizonte **C2,** tiene color rojo amarillento; de textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.197 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.198, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas; con material compactado a los 50 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos entre 2.28 a 2.31 g/cc. La densidad aparente es baja (1.24 g/cc a 1.20 g/cc) en superficie y media (1.45 g/cc) en profundidad. La porosidad total en el perfil varía de alta (46% a 49%) en superficie a media (37%) en profundidad; donde domina la microporosidad 30% a 28% sobre la macroporosidad 15% a 9%, lo que contrasta con la retención de humedad aprovechable que varía de baja (15.5% a 10.83%) a media (21.1%). Presencia de material compactado a los 50 cm, lo cual limita mecánicamente la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.198, los suelos presentan pH ligeramente ácido (6.4) en el primer horizonte a neutro (6.7 a 7.2) en profundidad, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (5.20%) en el primer horizonte y bajo (1.16%) en profundidad, estos valores están relacionados con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de agregados y el suministro de nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (29.43 a 20.38 meq/100 g de suelo) en superficie y media (16.42 meq/100 g de suelo) en profundidad, lo que indica un adecuado potencial del suelo para retener nutrientes útiles para las plantas. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), es media (16.0 a 19.0 meq/100 g de suelo), es insuficiente para el desarrollo de las plantas, debe de suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (54.5 a 100%) en el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos; el potasio (K), presenta contenidos altos en el horizonte superficial y disminuye en profundidad. Con respecto a los **cationes,** el calcio (Ca), se encuentra alto hasta el tercer horizonte y medio en el cuarto; el magnesio (Mg), presenta valores altos.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el Zinc (Zn), son bajos en todos los horizontes. Referente al hierro (Fe), presenta contenidos altos en superficie y disminuye con la profundidad; el manganeso (Mn), es alto. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D) Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011205)

Estos suelos se han originado de serpentinitas, peridotitas, anfibolitas y diabasas, presentan moderada evolución, son superficiales; bien drenados; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, material compactado a los 50 cm; pH ligeramente ácido en superficie; contenidos altos de materia orgánica en el horizonte superior; alta capacidad de intercambio de cationes en superficie; medio contenido de bases; saturación de bases alta y la fertilidad es alta. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por permanecer seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", esto significa que la temperatura edáfica es mayor a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes de fuertemente inclinadas (12 al 25%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%); mediana pedregosidad superficial; abundantes fragmentos de roca en el perfil; erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Son tierras de capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En estos suelos es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas; como también acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil, este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Si fuera necesario implementar cultivos intensivos como granos básicos u otros, es indispensable realizarla sobre terrazas de banco con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos, aprovechando la pedregosidad presente en el área.

Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una adecuada cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para las fases, es necesario incrementar aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita principalmente los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc.

Los suelos necesitan riego en la época seca por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 011205)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase XWGdp2 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-6; las fases XWGep1 y XWGep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-7, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 010404)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 25%, de su superficie, como inclusión el suelo **Typic Haplustepts, familia esquelética franca, semiactiva, isohipertérmica (PI 010404),** son moderadamente superficiales; con drenaje natural bueno; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; la densidad aparente, porosidad total y la humedad aprovechable presentan valores bajos en superficie y descienden en profundidad; el pH es neutro en el primer horizonte, ligeramente alcalino en el segundo y moderadamente alcalino en el tercero; la materia orgánica (MO), muestra contenidos altos en superficie y disminuye en profundidad. La capacidad de

intercambio de cationes (CICA), es media en el primer horizonte y desciende con la profundidad; la saturación de bases (SB), muestra valores altos. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.2.22 Unidad XWH

Consociación La Soledad: Typic Haplustolls, familia esquelética arenosa sobre fragmental, isohipertérmica, perfil modal 011114.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones del caserío El Jabillal y la aldea San Antonio El Ángel, del municipio de San José del Golfo. Además, en los alrededores del caserío El Guapinol; aldea La Concepción, del municipio de San Pedro Ayampuc. Asimismo en los alrededores de las comunidades La Soledad y El Zarzal, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 99 hectáreas. En la Figura 4.181, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.181 Vallecito con pastos naturales y arbolado disperso. Municipio de San Raimundo (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido semiseco". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 23.8 °C; 777 mm de precipitación y una altitud media de 683 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies pochote o pumpo (*Cochlospermun vitifolium)*, plumajillo (*Alvaradoa amorphoides)*, ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.181, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura vegetal, está representada por relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad, se han desarrollado de depósitos aluvio-coluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve vallecito.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Typic Haplustolls, familia esquelética arenosa sobre fragmental, isohipertérmica (perfil modal, PM 011114). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación La Soledad presenta las siguientes fases:

- **XWHbp1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 27 ha.
- **XWHbp2:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 3 ha.
- **XWHc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 14 ha.
- **XWHcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 55 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011114)

En la Figura 4.182, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

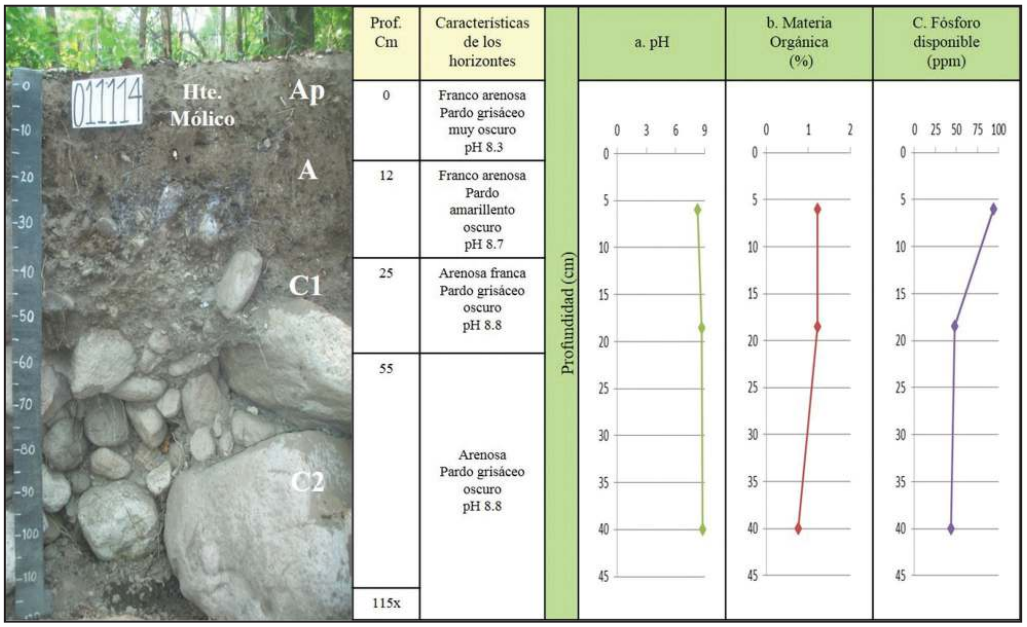


Figura 4.182 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011114) de la Consociación La Soledad. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011114)

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación La Soledad
Símbolo	XWH

Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia esquelética arenosa sobre fragmental, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Raimundo
	Aldea	El Zarzal
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 495299
		Y: 1642995
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,678
	Línea de vuelo No.	214
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Depósitos aluvio–coluviales
Altitud		731 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido semiseco
	Precipitación promedio anual	982 mm
	Temperatura promedio anual	22.8°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	24.3°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	25 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60 % por volumen)
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Suelos muy superficiales, presencia de fragmentos de roca en el perfil, déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pastos naturales y relictos de bosque natural especies de conacaste, ceiba y otras latifoliadas
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		11-05-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 12 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular sin alteración, de naturaleza sedimentaria e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.3, moderadamente alcalino; límite claro e irregular.
12 – 25 cm A	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaria e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas, vivas de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.7, fuertemente alcalino; límite claro e irregular.
25 – 55 cm C1	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa franca; extremadamente abundante piedra (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaria e ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos; pocas raíces, finas, vivas de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.8, fuertemente alcalino; límite claro e irregular.
55 – 115 cm C2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arenosa; extremadamente abundante piedra (95%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaria e ígnea.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 011114)

Cuadro 4.199. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011114)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-12	0.73	2.31	47.32	39.48	34.62	32.33	17.96	12.35	4.07	18.35	50.05	68.40
12.-25	1.22	2.36	54.05	40.37	32.47	28.47	15.81	9.07	4.26	19.29	29.02	48.31

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-12	3.97	30.55
12.-25	5.79	28.21

Cuadro 4.200. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 011114)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-12	69.80	21.72	8.48	FA	F	5.00	8.3	0.64	1.22	-	-	-	94.20	7.48	Alta
12.-25	66.74	20.74	12.52	FA	FA	5.00	8.7	0.64	1.22	-	-	-	47.97		
25-55	78.16	13.96	7.88	AF	A	70.00	8.8	0.40	0.76	-	-	-	43.42		
55-115	-	-	-	-	A	95.00	-	-	-	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.l.
0-12	17.12	16.84	0.28	16.84	13.88	1.93	0.96	0.07	-	81.08	11.30	5.60	0.40	0.0
12.-25	20.07	19.83	0.24	19.83	16.44	2.33	0.73	0.33	-	81.92	11.61	3.64	1.64	0.0
25-55	14.75	12.77	1.99	12.77	9.59	2.39	0.46	0.33	-	64.98	16.17	3.14	2.23	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-12	98.37	1.18	1.74	30.43	76.76	-	-	-
12.-25	98.81	1.30	0.60	20.92	25.60	-	-	-
25-55	86.52	1.85	0.58	33.76	19.81	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011114)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.182 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (12 cm de espesor); A (13 cm de espesor); C1 (30 cm de espesor) y C2 (60 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo grisáceo muy oscuro; de textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** muestra color pardo amarillento oscuro; de textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** presenta color pardo grisáceo oscuro; de textura (de laboratorio), arenosa franca; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El horizonte **C2,** contiene más del 95% de fragmentos de roca.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.199 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.200, los suelos tienen texturas (de laboratorio) gruesas; con extremadamente abundantes fragmentos de roca a partir de 25 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (2.31 y 2.36 g/cc). La densidad aparente muestra valores muy bajos (0.73 g/cc) en superficie y bajos (1.22 g/cc) en profundidad. La porosidad total varía de muy alta (68%) en superficie a alta (48%) en profundidad; se presenta una dominancia de la microporosidad 50% a 29% sobre la macroporosidad 18% a 19%; estas características promueven una adecuada permeabilidad y buen drenaje; la retención de humedad aprovechable es alta (31%), en superficie y media (28%) en profundidad.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.200, los suelos presentan pH moderadamente alcalino (8.3) en el primer horizonte, y fuertemente alcalino (8.7 y 8.8) en los siguientes, estos valores pueden ser limitantes para la disponibilidad para los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (1.22% a 0.76%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y se reduce en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios (17.12 meq/100 g de suelo) en superficie y altos en profundidad (20.07 meq/100 g de suelo), es indicador de un moderado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), muestran valores medios (16.84 a 19.83 meq/100 g de suelo), insuficientes para el desarrollo de cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (87 % a 99%).

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N), es bajo; el potasio (K), y el fósforo disponible (P), son altos en todos los horizontes. De los **cationes**, el calcio (Ca), presenta valores altos en todo el perfil; el magnesio (Mg), tiene valores medios.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el Zinc (Zn), presentan valores bajos en el perfil; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), muestran contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011114)

Estos suelos se han originado de depósitos aluvio-coluviales, presentan moderada evolución, son muy superficiales; con drenaje bueno; texturas (de laboratorio) gruesas, a partir de 25 cm de profundidad contiene extremadamente abundantes fragmentos de roca; pH alcalino; contenidos bajos de materia orgánica. Presentan contenidos medios de bases intercambiables; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes media y fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es “isohipertérmico” esto quiere decir que la temperatura del suelo es mayor a 22°C.



Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: abundantes fragmentos de roca en el perfil; erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Son tierras de capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional además de medidas de mitigación y protección contra incendios forestales.

En el manejo de estos suelos se debe incluir el incremento de la cobertura vegetal. Las plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, plantando al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, el talud de las mismas puede ser reforzado con los fragmentos que se encuentran dentro del perfil. Es importante mantener el contenido de materia orgánica, se recomienda mantener la hojarasca en superficie. Se recomienda establecer acequias de ladera, que incluyan barreras vivas en la parte superior, con la finalidad de reducir la erosión hídrica, la escorrentía superficial causada por las lluvias y aumentar la infiltración del agua en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo. Para aprovechar la piedra en superficie, se recomienda elaborar barreras muertas, que ayudarán a reducir la escorrentía superficial. En las áreas degradadas por sobreexplotación, se recomienda establecer programas de recuperación integral de suelos, utilizando las especies arbóreas nativas para realizar reforestaciones; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Así mismo establecer programas de control de incendios forestales.

Respecto a la fertilidad y para todas las fases, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. El pH alcalino debe corregir mediante aplicaciones de enmiendas, puede usarse materia orgánica como enmienda natural o utilizarse otra enmienda, de acuerdo al análisis de suelos en finca y al tipo de cultivo. En relación a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc.

Se necesita riego en la época seca ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011114)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, las fases XWHc1, XWHcp1, XWHbp1 y XWHbp2, pertenecen a la clase VII, subclase VII s y grupo de manejo VII s-2, poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.2.23 Unidad XWI

Consociación Río Motagua: Fluventic Haplustepts, familia franca gruesa sobre arenosa, mezclada, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011202.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas San Bernardo, Río Motagua y la aldea San Buenaventura, del municipio de Chuarrancho. La unidad cartográfica abarca una extensión de 175 hectáreas. En la Figura 4.183, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.183 Vallecito con pastos y bosque natural.
Municipio de Chuarrancho (Foto: R. Pacheco 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido semiseco". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 22.5 °C; 657 mm de precipitación y una altitud media de 527 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque seco Subtropical bs-S, caracterizada por las especies de pochote o pumpo (*Cochlospermun vitifolium)*, plumajillo (*Alvaradoa amorphoides)*, ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y leucaena (*Leucaena guatemalensis*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.183, el uso principal es ganadería y la cobertura vegetal, está representada por pastos y relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de depósitos aluvio-coluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje montaña fallada o de convergencia erosional y tipo de relieve vallecito.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Fluventic Haplustepts, familia franca gruesa sobre arenosa, mezclada, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011202). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos.

La Consociación Río Motagua presenta las siguientes fases:

- **XWIbp1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 22 ha.
- **XWIbp2:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 7 ha.
- **XWIc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 5 ha.
- **XWIcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 141 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011202)

En la Figura 4.184, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

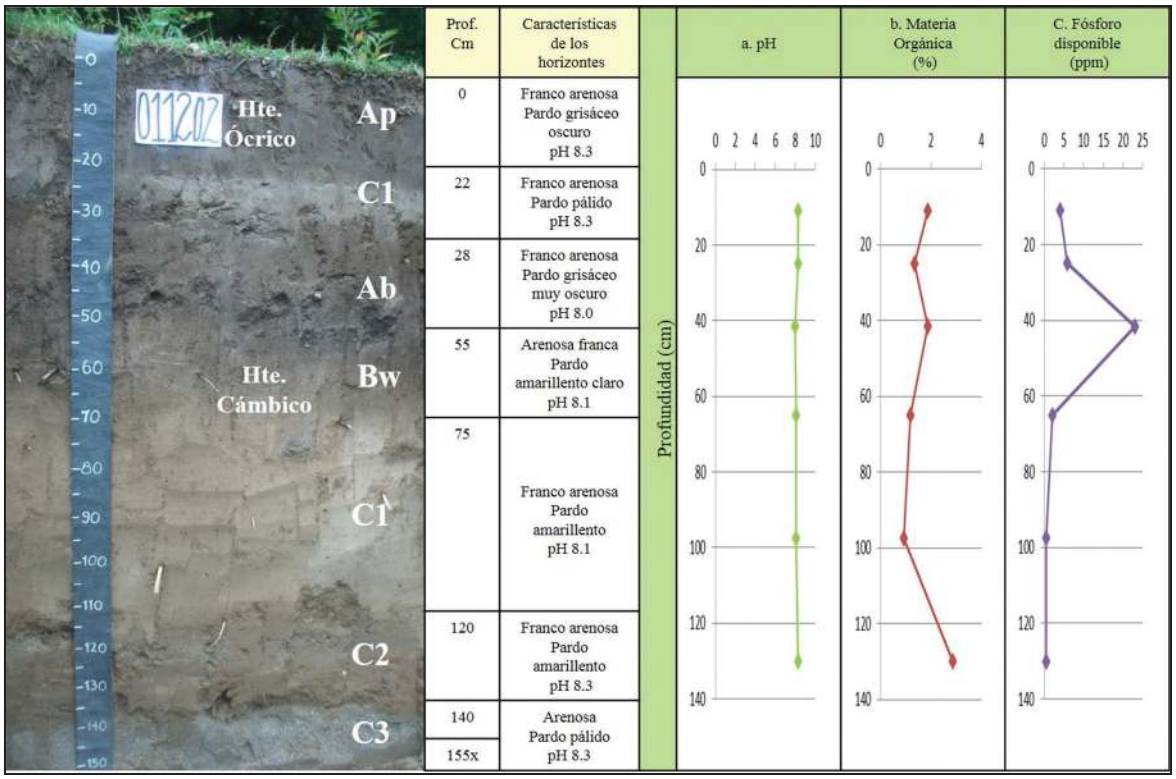


Figura 4.184 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011202) de la Consociación Río Motagua. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011202)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Río Motagua
Símbolo		XWI
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Fluventic Haplustepts, familia franca gruesa sobre arenosa, mezclada, superactiva, isohipertérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Chuarrancho
	Aldea	San Buenaventura
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 507292
		Y: 1648454
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,590
	Línea de vuelo No.	213
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Montaña fallada o de convergencia erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Depósitos aluvio–coluviales
Altitud		487 m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido semiseco
	Precipitación promedio anual	657 mm.
	Temperatura promedio anual	22.5°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm.	25.1°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Poca
	Superficie cubierta	3 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Muy profunda
	Profundidad	155 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pastos naturales
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		7/19/2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 22 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.3, moderadamente alcalino; límite claro y plano.
22 – 28 cm. C1	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.3, moderadamente alcalino; límite claro y plano.
28 – 55 cm. Ab	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.0, moderadamente alcalino; límite claro y plano.
55 – 75 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.1, moderadamente alcalino; límite claro y plano.
75 – 120 cm. C1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo franco limosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.1, moderadamente alcalino; límite claro y plano.
120 – 140 cm. C2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo franco limosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.3, moderadamente alcalino; límite claro y plano.

140 – 155 cm. C3	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura de campo arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.3, moderadamente alcalino.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil modal (PM 011202)

Cuadro 4.201. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 011202)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-22	0.95	2.13	68.81	49.48	38.12	26.90	16.73	8.24	7.95	24.71	30.69	55.40
22-28	0.95	2.21	62.11	33.63	31.32	16.72	11.72	10.45	6.63	28.26	28.75	57.01
28-55	1.34	2.32	46.18	37.44	35.38	12.3	9.42	5.00	4.92	9.88	32.36	42.24
55-75	1.11	1.14	40.8	34.32	31.57	9.77	7.34	5.56	4.95	0.60	2.04	2.63

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-22	31.09	30.17
22-28	9.48	24.69
28-55	5.43	30.46
55-75	4.49	26.62

Cuadro 4.202. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 011202)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-22	57.14	28.88	13.98	FA	FA	-	8.3	0.98	1.87	-	-	-	4.02	5.67	Media
22-28	71.46	18.81	9.73	FA	A	-	8.3	0.71	1.34	-	-	-	5.81		
28-55	78.38	12.75	8.87	FA	FA	-	8.0	0.98	1.87	-	-	-	23.07		
55-75	80.99	9.85	9.16	AF	AF	-	8.1	0.62	1.18	-	-	-	2.04		
75-120	69.86	19.37	10.77	FA	FL	-	8.1	0.48	0.91	-	-	-	0.53		
120-140	59.29	25.2	15.51	FA	A	-	8.3	1.50	2.85	-	-	-	0.49		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-22	15.28	10.40	4.88	10.37	8.19	1.61	0.27	0.30	0.03	53.60	10.54	1.77	1.96	0.3
22-28	11.32	10.52	0.80	10.49	8.35	1.47	0.36	0.31	0.03	73.76	12.99	3.18	2.74	0.3
28-55	11.34	10.75	0.59	11.32	8.33	2.29	0.40	0.30	0.02	77.49	21.30	3.72	2.79	0.2
55-75	11.32	10.26	1.06	10.24	7.36	2.18	0.39	0.31	0.02	65.02	19.26	3.45	2.74	0.2
75-120	13.02	11.96	1.06	11.94	8.53	2.59	0.50	0.32	0.02	65.51	19.89	3.84	2.46	0.2
120-140	19.81	13.69	6.12	13.67	9.60	2.99	0.75	0.33	0.02	48.46	15.09	3.79	1.67	0.1

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-22	67.87	0.28	2.82	21.00	8.27	-	-	-
22-28	92.67	0.27	0.53	17.40	9.57	-	-	-
28-55	SAT	0.20	1.09	7.91	9.65	-	-	-
55-75	90.46	0.20	0.20	4.92	8.50	-	-	-

75-120	91.71	0.20	1.03	9.90	8.39	-	-	-
120-140	69.01	0.20	1.32	5.14	11.60	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.203. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil (PM 011202)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)			
	00-22	22-28	28-55	55-75
Interestratificados	+	tr	Tr	tr
Esmectitas (montmorillonita)	++	++	+++	++
Cloritas	+	++	+	+
Micas	++	++	++	++
Talco	+	+	++	+
Caolinita	++	++	+	++
Cristobalita	tr	tr	Tr	-
Feldespatos	+	tr	+	+
Constitución mineralógica de la fracción arena	**Profundidad (cm)**			
	00-22	**22-28**	**28-55**	**55-75**
Feldespatos	33	44	55	44
Vidro volcánico	41	24	13	7
Cuarzo	2	3	3	14
Hornblenda	10	10	15	8
Hiperstena	6	9	6	10
Diópsido	tr	-	1	tr
Biotita	3	1	1	3
Muscovita	1	tr	1	5
Cloritas	tr	1	2	tr
Lamprobolita	tr	tr	Tr	tr
Magnetita	1	tr	1	2
Hematita	tr	1	Tr	tr
Fragmentos de toba	3	4	1	1
Circón	-	tr	Tr	tr
Granos alterados	tr	2	Tr	2
Fragmentos líticos	tr	1	1	2
Granate	-	-	Tr	2

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011202)

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.184 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (22 cm de espesor); C1 (6 cm de espesor); Ab (27 cm de espesor); Bw (20 cm de espesor); C1 (45 cm de espesor); C2 (20 cm de espesor) y C3 (15 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo grisáceo oscuro; textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** presenta color pardo pálido; de textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El horizonte **Ab,** muestra color pardo grisáceo muy oscuro; de textura (de laboratorio) franco arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte (enterrado por deposición aluvial) **Bw,** exhibe color pardo amarillento claro; de textura (de laboratorio) arenosa franca; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1**, muestra color pardo amarillento; textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C2,** contiene color pardo amarillento; textura (de laboratorio) franco arenosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C3,** es de color pardo pálido; textura (al tacto) arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.201 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.202, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas. La densidad real es baja, presenta valores entre (2.32 a 1.14 g/cc). La densidad aparente muestra valores bajos (0.95 g/cc) en superficie a medios (1.34 g/cc) en profundidad. La porosidad total es alta (55%); se presenta una ligera dominancia en superficie de la microporosidad 31% sobre la macroporosidad 25%; estas características indican una adecuada permeabilidad y un buen drenaje; la humedad aprovechable es media (30% a 25%). No hay limitaciones para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.202, los suelos presentan pH moderadamente alcalino (8.0 a 8.3), este valor puede incidir en la disponibilidad de algunos nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (1.87% a 0.91%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y se reduce en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios (15.28 a 11.32 meq/100 g de suelo), es un indicador de un moderado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), muestran valores medios (10.24 a 11.94 meq/100 g de suelo), insuficientes para el desarrollo de cultivos debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (68% a 92%).

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y fósforo disponible (P), presentan valores bajos; el potasio (K), presenta contenidos medios a partir del primero al cuarto horizonte, alto en el quinto y sexto. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes y el magnesio (Mg), es medio excepto en el segundo horizonte, el cual es bajo.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el Zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), muestra contenidos altos en el primer horizonte, medios en el segundo, bajos en los siguientes y el manganeso (Mn), es medio excepto en el sexto horizonte el cual es alto. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

Según los resultados de **mineralogía** realizados para el perfil modal y que se muestran en el Cuadro 4.203,

los minerales que predominan en la fracción arcilla son: la esmectita (Montmorillonita), en menor proporción se presentan las micas, caolinita; cloritas, talco, feldespatos y la cristobalita. En la fracción arena dominan los feldespatos y se presentan en menores cantidades, el vidrio volcánico, hornblenda, hiperstena; el cuarzo, diópsido, muscovita, cloritas, lamprobolita, magnetita, hematita, fragmentos de toba, circón, granos alterados, fragmentos líticos y granate.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 011202)

Estos suelos se han originado de depósitos aluvio-coluviales, presentan moderada evolución, son muy profundos con horizontes enterrados; con drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio), moderadamente gruesas sobre gruesas; pH moderadamente alcalino; contenidos bajos de materia orgánica. Presentan contenidos medios de bases intercambiables; la saturación de bases muestra valores altos; la capacidad de intercambio de cationes y la fertilidad presentan valores medios. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico" esto quiere decir que la temperatura del suelo es mayor a 22°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, las deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Estas tierras son de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Asimismo, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas, establecer siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel y barreras vivas. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con ello se mejorará la humedad del suelo, sus condiciones físicas y químicas, dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Las actividades relacionadas con la ganadería semi-intensiva, implican trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; realizar las actividades ganaderas bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, adecuada carga animal, oportuna rotación de potreros, así como evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. De acuerdo a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse Cobre y Zinc. El pH alcalino debe corregirse mediante el uso de enmiendas de acuerdo a los, análisis de finca y al tipo de cultivo. Estos suelos necesitan riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011202)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase XWIbp1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-7; la fase XWIbp2 pertenece a la case

IV, subclase IV es y grupo de manejo IV es-3; las fases XWIc1 y XWIcp1 pertenecen a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-9, estas tierras poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.3 Suelos del paisaje de lomerío volcano–erosional (L)

Este paisaje presenta poca extensión con **1,274** hectáreas, equivalentes al **0.58**% de la superficie total departamental; se ubica al noroccidente, en el municipio de San Juan Sacatepéquez. La elevación máxima corresponde a 1,660 m y la mínima a 770 m En el Cuadro 4.204, tomado del capítulo de clima, se presenta el clima existente en el paisaje de lomerío volcano - erosional.

Cuadro 4.204. Tipo de clima ambiental presente en el paisaje de lomerío volcano – erosional

Clima	Código en el mapa	Rango de temperaturas (°C)	Rango de altitud (m)	Rango de precipitaciones (mm)	Superficie (ha)	%
Templado subhúmedo	Q	17.1 a 20.7	1,000 a 1,800	601 a 1,000	1,274	100
Total					**1,274**	**100**

El paisaje presenta superficies, generalmente onduladas, formadas por materiales piroclásticos no consolidados (pómez y ceniza) y por depósitos de piroclásticos consolidados (tobas). Al noroeste, donde los procesos de escorrentía han sido intensos, se aprecian en superficie fragmentos gruesos de roca de naturaleza metamórfica (grupo Chuacús) y sedimentaria (formación Subinal).

El lomerío está conformado por los tipos de relieve de filas y vigas, lomas, glacís y vallecito y con formas del terreno de laderas, cuerpo de glacís y vega. Entre los principales materiales parentales identificados, están: tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas; areniscas, lutitas y lodolitas.

De acuerdo con el estudio de la clasificación de suelos (Soil Survey Staff, 2014) los principales órdenes encontrados son: Entisoles que ocupan el 91.84% del área del paisaje e Inceptisoles con el 8.16%.

Según los análisis de las propiedades ***físicas, químicas y mineralógicas,*** realizados, estos suelos presentan las características siguientes:

A. Propiedades físicas:

- **Grupos texturales de los horizontes A:** influyen sobre el movimiento del agua en el suelo, disponibilidad de nutrientes y la erosión, indican la proporción de arenas (fragmentos minerales con diámetro entre 2 y 0.05 mm), limos (partículas con diámetro entre 0.05 y 0.002 mm) y arcillas (partículas con diámetro menor de 0.002 mm) que presenta el horizonte superficial del suelo. Con respecto a la textura de los suelos del paisaje lomerío volcano-erosional el 96.6% de los suelos posee texturas medias y el 3.4% de

los suelos texturas finas. Fueron evaluados por método de campo para Andisoles e intergrados ándicos y por método de laboratorio para los otros suelos.

- **Estructura horizonte A:** indica la forma en la que las partículas del suelo se encuentran agregadas, el 96.6% de los suelos del paisaje presenta bloques subangulares, de consistencia friable, lo que indica que se pueden desagregar fácilmente y 3.4% bloques angulares, de consistencia firme.

- **Densidad aparente horizonte A:** indica la relación del peso y volumen del suelo, tomando en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua, un valor muy bajo indica que los suelos son livianos, un valor alto indica suelos pesados. Con respecto a la densidad aparente de los suelos del paisaje, el 100.0% de ellos presentan densidad aparente baja.

- **Densidad real horizonte A:** indica la relación del peso y volumen del suelo, sin tomar en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua. Con relación a la densidad real, el 100.0% de los suelos presentan valores bajos.

- **Profundidad efectiva:** indica el espesor en el cual las raíces pueden penetrar para obtener agua y nutrientes; el 96.6% de los suelos son profundos y el 3.4% son moderadamente profundos.

- **Drenaje natural:** indica el movimiento del agua en el suelo; el 91.8% de los suelos presenta drenaje moderadamente excesivo y el 8.2% moderado.

- **Pedregosidad superficial:** indica el porcentaje de fragmentos de roca (> a 2 mm de diámetro) que yacen en superficie y los que están parcialmente enterrados; el 96.6% presentan mediana pedregosidad y el 3.4% no presentan pedregosidad.

B. Propiedades químicas:

- **Capacidad de intercambio de cationes (CIC):** este término indica la capacidad del suelo de absorber e intercambiar nutrientes como calcio, magnesio, potasio y otros. Respecto a esta característica, el 8.2% de los suelos del paisaje presentan valores altos, el 11.1% valores medios y el 1.7% presenta valores bajos.

- **Saturación de bases (SB):** este término indica la presencia de los cationes K, Ca, Mg y Na, su presencia o ausencia en el suelo dependen directamente del pH, cuando el pH es ácido, la SB saturación es baja y cuando el pH tiende a la neutralidad la SB es alta. Con respecto a la saturación de bases de los suelos del paisaje, el 91.8% de ellos poseen valores altos y el 8.2% valores medios.

- **Carbono orgánico (CO):** El carbono orgánico es el principal elemento componente de la materia orgánica, ya que representa entre el 48 y el 59% de su peso; por la dificultad de determinar la materia orgánica del suelo, se obtiene el porcentaje de carbono orgánico y se multiplica por el factor de conversión de 1.9, si se quiere conocer el dato de M.O. Con respecto a la presencia de carbono orgánico en los suelos del paisaje, el 100.0% de ellos presentan valores bajos.

- **Potencial de hidrógeno (pH):** indica el grado de acidez o alcalinidad del suelo e influye en la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes para las raíces de las plantas, estos corresponde a *intermedios* con el

100.0% para los moderada a ligeramente ácidos (pH 5.5 - 6.5) y ligera a moderadamente alcalinos (pH 7.4 - 8.4).

- **Fertilidad natural:** indica la capacidad de suministrar nutrientes y condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas. El 100.0% de los suelos del paisaje, presenta valores altos.

C. Propiedades mineralógicas: se extrajeron muestras de los suelos más representativos para caracterizar los minerales presentes, tanto de la fracción arcilla como de la fracción arena, los resultados se muestran a continuación:

- **Fracción arcilla:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arcilla se relaciona con la *fertilidad actual* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *abundantes* (30-50%) con caolinita y cristobalita, y trazas (<5%) de material no cristalino.

- **Fracción arena:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arena se relaciona con la *fertilidad potencial (a futuro)* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *dominantes* con un 57.3% los feldespatos; *presentes* con 9.8% hornblenda, con 8.3% cuarzo, con 7.5% magnetita, con 7.0% granos alterados y con 5.8% hematita; además se encuentran *trazas* (<5%) de vidrio volcánico, hiperstena y fragmentos líticos.

Los grupos texturales, la estructura, la densidad aparente, la densidad real, la capacidad de intercambio de cationes, la saturación de bases, el carbono orgánico y el potencial de hidrógeno se tomaron con datos hasta 50 cm (Ver Capítulo 7. Aplicaciones y Anexo A. Metodología).

SÍNTESIS

En los suelos del paisaje de lomerío volcano-erosional, se presenta una adecuada proporción de arenas, limos y arcillas, que se reflejan en el dominio de texturas medias; en la estructura dominan los bloques subangulares de consistencia friable (las de mejor desempeño); la densidad aparente es baja, al igual que la densidad real, la cual indica que los suelos son livianos, frágiles y requieren de un manejo adecuado en la labranza para no destruirlos; dominan los suelos profundos. Respecto al drenaje natural, domina el moderadamente excesivo; estas condiciones permiten los suelos tengan buena aireación, adecuada retención de humedad y un buen movimiento del agua en el suelo.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta, valores que son adecuados para la retención e intercambio de nutrientes útiles para las plantas; la saturación de bases (SB), es alta; el contenido de carbono orgánico (CO), es bajo, su presencia se relaciona con la CICA y con el suministro parcial de nutrientes a las plantas, por lo cual debe suplementarse; el pH no es un factor que limite la productividad de las tierras, los suelos presentando valores intermedios. La fertilidad natural es alta en todos los suelos, que se traduce en buena disponibilidad de nutrientes para el desarrollo vegetativo.

Los minerales del suelo aportan y dejan libres los nutrientes, los cuales absorben las plantas en su proceso de desarrollo y crecimiento; los minerales presentes en las arcilla se relacionan con la fertilidad actual del suelo, los materiales presentes en esta fracción son de tipo caolinita y cristobalita; los minerales presentes en las arenas se relacionan con la fertilidad potencial (a futuro) del suelo, esta es alta en el paisaje, ya que las arenas presentan minerales que al desintegrarse, heredan al suelo elementos importantes para la nutrición vegetal.

Los cultivos limpios en pendientes muy inclinadas y los bajos contenidos de materia orgánica indican deficiencias en el manejo del suelo que afectan la estructura, el movimiento del agua y la incorporación de nutrientes, lo que incrementa el riesgo de erosión y la pérdida de productividad de los suelos.

En el paisaje de lomerío volcano – erosional, se realizan cultivos para el autoconsumo y pequeñas ventas locales como granos básicos (maíz, fríjol), hortalizas (acelga, arveja china, ejote francés, chile, tomate, cebolla, zanahoria, brócoli) y cultivos para la exportación como el café. Para el mercado local se cultivan también durazno, aguacate hass y flores. En este paisaje se identificaron 3 unidades cartográficas de suelos, las cuales se describen en detalle a continuación:

4.3.3.1 Unidad LQA

Consociación Río Naranjo: Typic Ustorthents, familia fina, semiactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 040327.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Entisol y se localizan en las inmediaciones de los parajes Corral de Piedra y Llano de la Cueva, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad posee una extensión de 1,170 hectáreas. Los suelos de esta unidad cartográfica fueron descritos previamente en el levantamiento de suelos realizado en el departamento de Chimaltenango MAGA-IGAC (2010), el polígono de suelos se extiende al departamento de Guatemala, por lo que se aplican los resultados obtenidos. En la Figura 4.185, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.185 Filas y vigas recubiertas de bosque. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.2 °C; 1,300 mm de precipitación y una altitud media de 1,284 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*) lengua de vaca (*Curatella americana*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.185, la cobertura vegetal, está representada por bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje lomerío volcano-erosional y tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los Typic Ustorthents, familia fina, semiactiva, no ácida, isotérmica (perfil modal, PM 040327). El 10% del área, se compone de los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 040320). El 10% del área, se compone de los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, activa, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 011043). El 5% del área restante, se compone por los Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011020).

La Consociación Río Naranjo, presenta las siguientes fases:

- **LQAep2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 172 ha.
- **LQAf2:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 998 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 040327)

En la Figura 4.186, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, textura (de laboratorio) la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

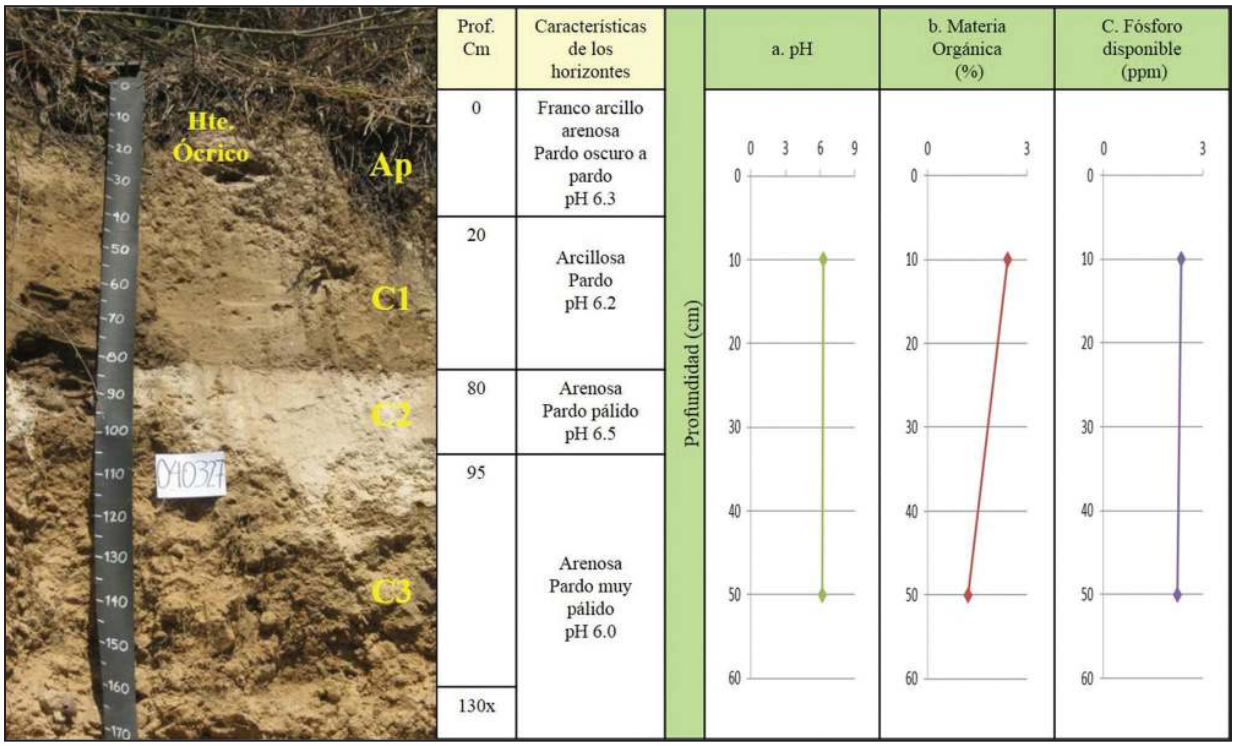


Figura 4.186 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 040327) de la Consociación Río Naranjo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto W. González, 2009)

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del perfil modal 040327 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el perfil del suelo corresponde a ese departamento, el polígono de estos suelos continúa en el departamento de Guatemala, por lo que se aplican los resultados obtenidos.

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 040327)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Río Naranjo
Símbolo		LQA
Horizontes Diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia fina, semiactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Martín Jilotepeque
	Aldea	–
	Caserío, sector, sitio, finca	Entrada a Pachay y Las Lomas
	Coordenadas planas	X: 468768
		Y: 1630113
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,448
	Línea de vuelo No.	218
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Lomerío volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,445 m.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50 al 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,264 mm
	Temperatura promedio anual	20.0°C
	Distribución de las lluvias	Regular
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo

Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Moderado
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Cascajo
	Clase	Mediana
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de humedad, baja retención de humedad
Vegetación natural		Encino, pino, arbustos espinosos
Describió		William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		3/27/2009

Profundidad y nomenclatura	**Morfología**
	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros finos, medios y gruesos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas, vivas, y de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite difuso.
20 – 80 cm C1	Color en húmedo pardo (10YR5/3), textura arcillosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medios y gruesos; pocas raíces finas, medias y gruesas, vivas y muertas y de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite difuso.
80 – 95 cm C2	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medios y gruesos; pocas raíces medias y gruesas, vivas y muertas y de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido, límite claro e irregular.
95 – 130x cm C3	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/3); textura arenosa; sin estructura (grano suelto); extremadamente abundante gravilla (80%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros medios y gruesos; pocas raíces finas, medias y gruesas, vivas y muertas, de distribución anormal; sin actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos de los suelos perfil (PM 040327)

Cuadro 4.205. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 040327)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0 – 20	1.06	2.07	37.04	19.19	-	-	-	9.82	23.51	25.28	48.79
20 – 80	0.87	1.52	31.47	17.49	-	-	-	8.98	19.00	23.77	42.76

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 20	9.37
20 – 80	8.51

Cuadro 4.206. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 040327)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 20	45.52	24.62	29.86	FArA	FArA	-	6.3	1.27	2.42	-	-	-	2.34	7.27	Alta
20 – 80	32.47	25.50	42.03	Ar	Ar	-	6.2	0.64	1.22	-	-	-	2.23		
80 – 95	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-		
95 - 130	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0 – 20	13.50	13.56	-	13.56	10.48	2.43	0.59	0.06	-	77.63	17.97	4.40	0.44	-
20 – 80	12.00	13.11	-	13.11	10.24	2.10	0.72	0.05	-	85.33	17.49	5.97	0.45	-

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0 - 20	SAT	0.13	0.10	5.03	0.30	-	-	-	-	-
20 - 80	SAT	0.13	0.10	3.12	1.25	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 040327)

Estos suelos tienen baja evolución pedogenética. De acuerdo a la Figura 4.186 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); C1 (60 cm de espesor); C2 (15 cm de espesor) y C3 (35 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo oscuro a pardo; de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **C1,** muestra un color pardo; textura (de laboratorio) arcillosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El horizonte **C2,** presenta color pardo pálido; textura (de laboratorio) arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El horizonte **C3,** presenta color pardo muy pálido; textura (de laboratorio) arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.205 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.206, los suelos tienen texturas (de laboratorio) finas. La densidad real presenta valores bajos (2.07 a 1.52 g/cc). La densidad aparente muestra valores muy bajos (1.06 y 0.87 g/cc). La porosidad total varía de alta (49%) en el primer horizonte a media (43%) en profundidad; se presenta una ligera dominancia de la microporosidad 25% a 24% sobre la macroporosidad 24% a 19%; estas características indican una adecuada permeabilidad y buen drenaje; la retención de humedad aprovechable es muy baja (9%). Los suelos presentan poca disponibilidad de humedad que limita el desarrollo de las plantas. A los 95 cm de profundidad los fragmentos de roca limitan la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.206, los suelos presentan pH ligeramente ácido (6.3 a 6.2), el cual es adecuado para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.42% a 0.64%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y se reduce en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios (13.5 a 12.00 meq/100 g de suelo), es un indicador de un moderado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), muestran valores medios (13.56 a 13.11 meq/100 g de suelo), insuficiente para el desarrollo de cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (100%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo disponible (P), son bajos; el potasio (K), presenta contenidos altos; el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas; el magnesio (Mg), es medio.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe) y manganeso (Mn) presentan valores bajos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 040327)

Estos suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan baja evolución, son profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) finas; pH ligeramente ácido; contenidos de materia orgánica bajos. La capacidad de intercambio de cationes es media; presentan contenido medios de bases intercambiables; la saturación de bases muestra valores altos y la fertilidad presenta valores altos. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura edáfica oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), con erosión moderada y mediana pedregosidad superficial, es de capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

La fase con pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión moderada, tienen capacidad de uso

forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales, bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Nacional Forestal que incluyan planes de control de incendios forestales.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una adecuada cobertura, para disminuir la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca; las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Para el adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso forestal, es necesario mantener la cobertura vegetal. En el caso de plantaciones forestales, deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel y se recomienda construir terrazas individuales por planta, es importante mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque.

En las dos fases se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. En los suelos de vocación agroforestal, si se utilizara en prácticas agrícolas, para el cultivo de granos básicos u otros cultivos, es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, y proteger los taludes con las piedras superficiales.

Debe incrementarse la materia orgánica y para lograrlo se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los nutrientes Nitrógeno y Fósforo; de acuerdo a la rentabilidad del cultivo, aplicar Cobre, Zinc, Hierro y Manganeso. Necesitan riego en época seca, ya sea por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas del perfil modal (PM 040327)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase LQAep2 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-3, posee vocación agroforestal y silvopastoril; la fase LQAf2 pertenece a la case VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 040320; PI 011043; PI 011020)

Esta unidad cartográfica contiene tres suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 10% del área, contiene el suelo **Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida,**

isotérmica (PI 040320), se caracterizan por ser profundos; drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; densidad aparente muy baja; porosidad total es muy alta en el primer horizonte y alta en el segundo y tercero; la humedad aprovechable tiene valores muy bajos. El pH es ligeramente ácido; la materia orgánica (MO), presenta contenidos bajos; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), muestra valores muy bajos excepto en el quinto horizonte que tiene valores medios. La saturación de bases (SB), es alta y la fertilidad natural es media. (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

La descripción del perfil de suelos se realizó en el departamento de Chimaltenango y se extrapoló en los límites del departamento de Guatemala, comparte un mismo paisaje, relieve, forma del terreno y un mismo tipo de suelo.

En un 10% del área, contiene el suelo **Typic Ustorthents, familia franca gruesa, activa, no ácida, isotérmica (PI 011043),** se caracterizan por ser moderadamente profundos; drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; con densidad aparente muy baja; porosidad total alta; la humedad aprovechable es baja. El pH es neutro, la materia orgánica (MO), es media; la capacidad de intercambio de cationes (CICA) es baja, con saturación de bases (SB) baja, la fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene el suelo **Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 011020)**, se caracteriza por ser superficial; drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas; densidad aparente muy baja en el primero y segundo horizonte; la porosidad total es muy alta en el primer horizonte y media en el segundo. La humedad aprovechable es baja en el primer y segundo horizonte, la reacción (pH) es neutra, excepto en el segundo horizonte donde es ligeramente ácida. La materia orgánica (MO), es media en el primer y segundo horizonte, baja en los siguientes; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en todos los horizontes; la saturación de bases (SB), es alta en el perfil; fertilidad natural alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.3.2 Unidad LQB

Consociación El Molino: Typic Dystrustepts, familia muy fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 040350.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran en las inmediaciones de los parajes Corral de Piedra, Llano de la Cueva; ríos Guapinol, Pixcayá, Pachum y quebrada La Cuchilla, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad posee una extensión de 43 hectáreas. Los suelos de esta unidad cartográfica fueron descritos previamente en el levantamiento de suelos realizado en el departamento de Chimaltenango MAGA-IGAC (2010), el polígono de suelos se extiende al departamento de Guatemala, por lo que se aplican los resultados obtenidos. En la Figura 4.187 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.187 Lomas con cultivo de maíz.
Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto C. García, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 1,300 mm de precipitación y una altitud media de 1,132 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominadas Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*) lengua de vaca (*Curatella americana*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.187, el uso principal es agricultura.

Los suelos de la unidad se han originado a partir de tobas e ignimbritas; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%); correspondientes al paisaje lomerío volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Typic Dystrustepts, familia muy fina, superactiva, isotérmica (perfil modal PM 040350). El 15% del área está compuesta por los suelos Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, (perfil inclusión, PI 040321). El 10% restante, está compuesta por los suelos Typic Ustifluvents, familia franca gruesa, semiactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 011018).

La Consociación El Molino, presenta las siguientes fases:

- **LQBc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 16 ha.
- **LQBcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 20 ha.
- **LQBd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 7 ha.

A). DESCRIPCIÓN DEL PERFIL MODAL (PM 040350)

En la Figura 4.188, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, tales como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

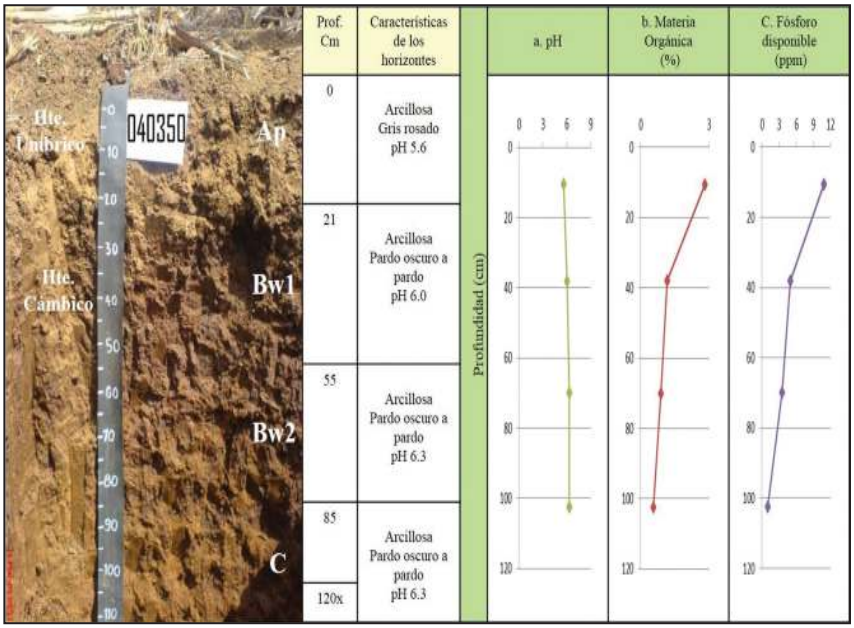


Figura 4.188 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal PM 040350 de la Consociación El Molino. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García, 2009)

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del perfil modal 040350 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponden a esa locación y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Guatemala.

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 040350)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Molino
Símbolo		LQB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Dystrustepts, familia muy fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Martín Jilotepeque
	Aldea	El Molino
	Caserío, sector, sitio, finca	A 200 metros del camino que conduce a El Molino
	Coordenadas planas	X: 467721
		Y: 1637711
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,368
	Línea de vuelo No.	216
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Lomerío volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,850 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12 al 25%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	955 mm
	Temperatura promedio anual	15 °C
	Distribución de las lluvias	Regular
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-

Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	85 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente inclinada, deficientes precipitaciones durante un semestre del año, material compactado.
Vegetación natural		Pino, roble, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		30-03-2009

Profundidad y nomenclatura	**Morfología** **Descripción de horizontes**
0 – 21 cm Ap	Color en húmedo gris rosado (7.5YR6/2); textura arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, medios, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios; pocas raíces, medias, vivas y de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 5.6, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
21 – 55 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/2); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros muy finos; pocas raíces, medias, muertas y de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido; límite difuso.
55 – 85 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme; en mojado pegajosa y plástica; muchos poros muy finos; pocas raíces, medias, muertas y de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite difuso.
85 – 120x cm C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros muy finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 040350)

Cuadro 4.207. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 040350)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0 - 21	1.17	1.90	42.42	24.47	-	-	-	18.73	16.26	22.16	38.42
21 - 55	1.07	1.25	57.56	20.71	-	-	-	18.90	9.22	5.18	14.40

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0 - 21	5.74	61.68	47.13	14.55
21 - 55	1.81	68.86	42.66	17.21

Cuadro 4.208. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 040350)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0 - 21	22.22	33.14	44.64	Ar	Ar	5.0	5.6	1.48	2.81	-	-	-	10.82	7.47	Alta
21 - 55	8.20	25.44	66.36	Ar	Ar	0.0	6.0	0.61	1.16	-	-	-	4.96		
55 - 85	6.73	30.37	62.90	Ar	Ar	0.0	6.3	0.46	0.88	-	-	-	3.49		
85 - 120	11.38	35.26	53.36	Ar	Ar	0.0	6.3	0.29	0.56	-	-	-	1.00		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0 - 21	25.00	10.66	14.34	10.66	7.48	1.69	1.25	0.24		29.92	6.77	4.99	0.95	-
21 - 55	32.00	12.43	19.57	12.43	7.89	1.90	2.35	0.29		24.65	5.94	7.34	0.90	-
55 - 85	55.50	11.39	44.11	11.39	7.08	2.22	1.66	0.43		12.76	3.99	2.99	0.78	-
85 - 120	27.50	11.16	16.34	11.16	6.69	2.35	1.71	0.41		24.32	8.54	6.23	1.48	-

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0 - 21	42.63	0.16	0.14	3.64	5.24	-	-	-	-	-
21 - 55	38.83	0.06	0.10	1.72	2.46	-	-	-	-	-
55 - 85	20.52	0.05	0.10	1.30	1.39	-	-	-	-	-
85 - 120	40.57	0.05	0.10	1.70	0.99	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 040350)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.188 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (21 cm de espesor); Bw1 (34 cm de espesor); Bw2 (30 cm de espesor); C (35 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color gris rosado; textura (de laboratorio) arcillosa; estructura en bloques angulares, fuertemente desarrollados y consistencia en húmedo firme. El horizonte **Bw1,** tiene color pardo oscuro a pardo; de textura (de laboratorio) arcillosa; estructura en bloques angulares, fuertemente desarrollados y consistencia en húmedo firme. El horizonte **Bw2,** presenta color pardo oscuro a pardo; de textura (de laboratorio) arcillosa; estructura en bloques angulares, fuertemente desarrollados y consistencia en húmedo firme. El horizonte **C,** muestra color pardo oscuro a pardo; de textura (de laboratorio) arcillosa; sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.207 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.208, los suelos tienen texturas (de laboratorio) muy finas. La densidad real presenta valores bajos (1.90 a 1.25 g/cc). La densidad aparente es baja (1.17 g/cc) en superficie y muy baja (1.07 g/cc) en profundidad. La porosidad total varía de media (38%) en el primer horizonte a baja (14%) en profundidad; se presenta una dominancia de la microporosidad 22% a 5% sobre la macroporosidad 16% a 9%; estas características indican una adecuada permeabilidad y buen drenaje en superficie. La retención de humedad aprovechable es muy baja (6% a 2%), lo que limita el desarrollo de las plantas. A los 85 cm de profundidad tienen capas compactadas que restringen la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.208, los suelos presentan pH moderadamente ácido (5.6 y 6.0) en el primer y segundo horizonte y ligeramente ácido (6.3) en los siguientes, valores adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.81% a 1.16%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y se reduce en profundidad, debe aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (25.00 a 56.00 meq/100 g de suelo), es un indicador de un adecuado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), muestran valores medios (10.66 a 12.43 meq/100 g de suelo) insuficientes para el desarrollo de los cultivos, deben incrementarse. La saturación de bases (SB), es media (43 % a 41%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), y el fósforo disponible (P), son bajos; el potasio (K) y el calcio (Ca), se encuentran en cantidades altas; el magnesio (Mg), tiene valores medios.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), zinc (Zn) y hierro (Fe), presentan contenidos bajos en todos los horizontes y el manganeso (Mn), es bajo excepto en el primer horizonte, donde es medio. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 040350)

Estos suelos se han originado de tobas e ignimbritas, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos; drenaje natural moderado; presentan texturas (de laboratorio) muy finas, con capas compactadas a los 85 cm; pH moderadamente ácido; contenidos bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio de cationes es alta; las bases totales y la saturación de bases tienen valores medios, la fertilidad natural es alta. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura edáfica oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes de moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial, las texturas muy finas y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Estas tierras tienen vocación agrícola y son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción y para ganadería semi-intensiva.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica; es necesario realizar siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas; realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas, establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros, diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros, fomentar el pastoreo usando, hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas

de bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes, provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, bancos forrajeros, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debería suplementarse el hierro (Fe); además se recomienda aplicar foliarmente, cobre (Cu) y Zinc (Zn). Se necesita riego en la época seca, por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 040350)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase LQBc1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-1; la fase LQBcp1 pertenece a la case IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-5; la fase LQBd1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-3; poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de las inclusiones (PI 040321, PI 011018)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación

En un 10%, contiene el suelo **Typic Ustifluvents, familia franca gruesa, semiactiva, no ácida, isotérmica (PI 011018),** se caracterizan por ser profundos; con drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; la densidad aparente tiene valores muy bajos; la porosidad total presenta valores altos. La humedad aprovechable muestra contenidos bajos; el pH es moderadamente ácido en el primer horizonte, ligeramente ácido en el segundo y neutro en el tercero; la materia orgánica (MO), muestra contenidos medios excepto en el segundo horizonte, que muestra contenidos bajos; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores bajos. La saturación de bases (SB) es alta; la fertilidad natural es media. (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

La descripción del perfil de suelos se realizó en el departamento de Chimaltenango y se extrapoló en los límites del departamento de Guatemala, comparte un mismo paisaje, relieve, forma del terreno y un mismo tipo de suelo.

En un 15%, contiene el suelo **Typic Haplustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 040321),** se caracterizan por ser moderadamente profundos; con drenaje natural moderado; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; la densidad aparente tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes; la porosidad total presenta valores medios en el primer horizonte y altos en los siguientes. La retención de humedad aprovechable muestra contenidos muy bajos en el primer y tercer horizonte, bajos en los demás; el pH es ligeramente ácido; la materia orgánica (MO), muestra contenidos bajos excepto en el primer horizonte, que muestra contenidos medios; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos

excepto en el primer horizonte, que presenta valores medios. La saturación de bases (SB) es alta en el primero, segundo y tercer horizonte, media en los demás; la fertilidad natural es alta. (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.3.3 Unidad LQC

Consociación El Carrizal: Typic Dystrustepts, familia franca fina sobre arcillosa, subactiva, isotérmica, perfil modal 040308.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran en las inmediaciones de los ríos Pixcayá, Pachúm, quebradas Parquí y La Cuchilla, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad posee una extensión de 61 hectáreas. Los suelos de esta unidad cartográfica fueron descritos previamente en el levantamiento de suelos realizado en el departamento de Chimaltenango MAGA-IGAC (2010), el polígono de suelos se extiende al departamento de Guatemala, por lo que se aplican los resultados obtenidos. En la Figura 4.189 se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.189 Vallecito con cultivo de maíz.
Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto C. García, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; 1,300 mm de precipitación y una altitud media de 1,052 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.189, el uso principal es agricultura.

Los suelos de la unidad se han originado de depósitos aluvio - coluviales, en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje de lomerío volcano-erosional y tipo de relieve vallecito.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Typic Dystrustepts, familia franca fina sobre arcillosa, subactiva, isotérmica (perfil modal, PM 040308). El 10% del área restante, está ocupada por los suelos Typic Ustipsamments, familia no ácida, isotérmica (perfil inclusión 011007).

La Consociación El Carrizal, presenta las siguientes fases:

- **LQCbp1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 9 ha.
- **LQCbp2:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 3 ha.
- **LQCcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 33 ha.
- **LQCcp2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 16 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 040308)

En la Figura 4.190, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, tales como textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

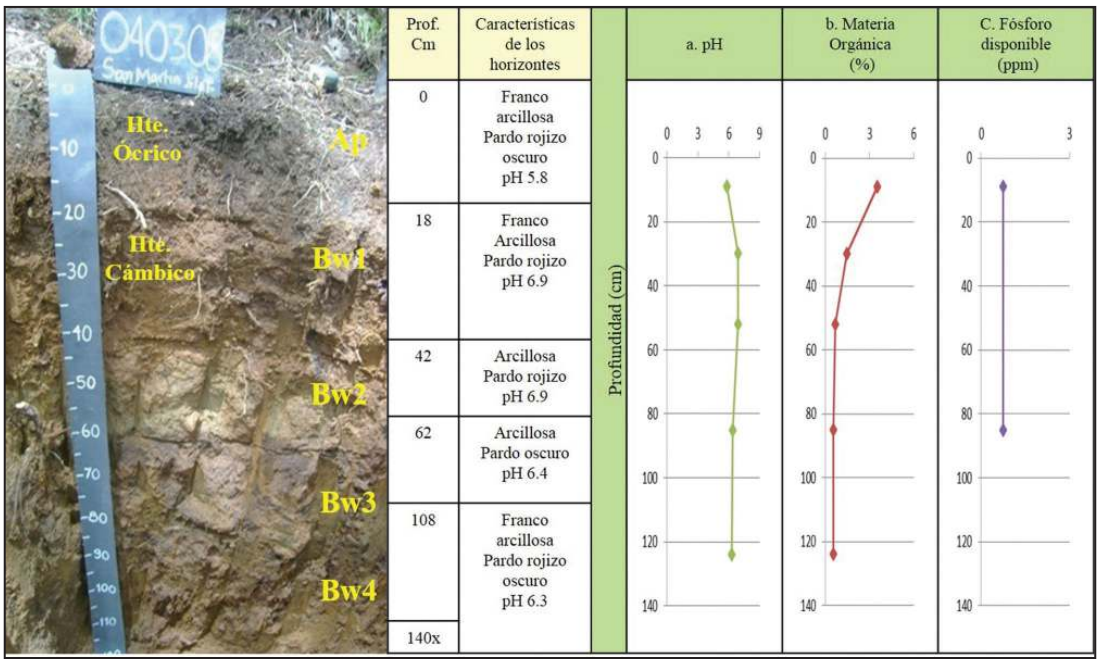


Figura 4.190 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal 040308, de la Consociación El Carrizal. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García, 2007)

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del perfil modal 040308 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponden a esa locación y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Guatemala.

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 040308)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Carrizal
Símbolo		LQC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Dystrustepts, familia franca fina sobre arcillosa, subactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Martín Jilotepeque
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca El Carrizal
	Coordenadas planas	X:471799
		Y:1638453
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,372
	Línea de vuelo No.	216
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Lomerío Volcano-erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Depósitos aluvio – coluviales
Altitud		1,839 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente inclinado
	Rango de la pendiente	7 al 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,238 mm
	Temperatura promedio anual	16.0 ºC
	Distribución de las lluvias	Regular
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-

Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agrícola y forestal
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente inclinada, mediana pedregosidad superficial y déficit de humedad
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		José Manuel Sánchez Ávila
Fecha de descripción		05-07-2007

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 18 cm Ap	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/4); textura franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, medios; muchas raíces, medias y gruesas, vivas, y de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido; límite claro y plano.
18 – 42 cm Bw1	Color en húmedo pardo rojizo (5YR4/4), con moteados de color negro (2.5YR2.5/1), frecuentes (5%); textura franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros finos; muchas raíces medias, vivas, y de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite claro y plano.
42 – 62 cm Bw2	Color en húmedo pardo rojizo (5YR4/4), con moteados de color negro (10YR5/4) pocos (5%); textura arcillosa; estructura en prismas que rompen en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos; pocas raíces, medias, vivas, y muertas, y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite claro y plano.
62 – 108 cm Bw3	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3), con moteados de color negro (2.5YR2.5/1), frecuentes (20%); textura arcillosa; estructura en columnas finas y medias, moderadas; consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos; pocas raíces finas, vivas, y muertas, y de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y plano.
108 – 140x cm Bw4	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/4), con moteados de color negro (2.5YR2.5/1), frecuentes (20%); textura franco arcillosa; estructura en columnas, medias, moderadas; consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces, finas, vivas, y de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 040308)

Cuadro 4.209. Resultados de los análisis físicos perfil (PM 040308)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0 – 18	1.07	2.16	29.42	27.27	-	-	-	24.95	3.69	46.85	50.54
18 – 42	1.28	2.58	45.03	42.24	-	-	-	38.81	3.12	47.26	50.38
42 – 62	0.91	2.34	31.54	29.60	-	-	-	24.04	3.78	57.61	61.39

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 18	2.32
18 – 42	3.43
42 – 62	5.56

Cuadro 4.210. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil (PM 040308)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0 - 18	34.26	31.08	34.66	FAr	FAr	0.0	5.8	1.86	3.53	-	-	-	0.74		
18 - 42	35.38	25.93	38.69	FAr	FAr	5.0	6.9	0.78	1.48	-	-	-	ND		
42 - 62	25.12	25.98	48.90	Ar	Ar	10.0	6.9	0.36	0.68	-	-	-	ND	7.31	Alta
62 - 108	32.06	20.94	47.00	Ar	Ar	10.0	6.4	0.30	0.57	-	-	-	0.74		
108 - 140	37.76	22.70	39.54	FAr	Ar	0.0	6.3	0.30	0.57	-	-	-	ND		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0 – 18	29.73	10.99	18.73	10.99	7.97	1.32	1.63	0.08	-	26.8	4.43	5.47	0.26	-
18 – 42	22.02	8.92	13.10	8.92	4.58	2.57	1.69	0.08	-	20.8	11.67	7.65	0.36	-
42 – 62	13.76	5.46	8.31	5.46	3.18	1.34	0.82	0.11	-	23.1	9.71	5.98	0.82	-
62 – 108	23.12	7.30	15.82	7.30	4.48	1.65	1.03	0.14	-	19.4	7.12	4.45	0.62	-
108 – 140	37.43	8.22	29.21	8.22	5.77	1.48	0.76	0.21	-	15.4	3.96	2.04	0.57	-

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0 - 18	36.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 - 42	40.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42 - 62	39.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62 - 108	31.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
108 - 140	21.97	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 040308)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.190 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (18 cm de espesor); Bw1 (24 cm de espesor); Bw2 (20 cm de espesor); Bw3 (46 cm de espesor); Bw4 (32 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo rojizo oscuro; de textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** muestra color pardo rojizo; textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo firme. El horizonte **Bw2,** tiene color pardo rojizo; de textura (de laboratorio) arcillosa; estructura en prismas que rompen en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo firme. El horizonte **Bw3,** presenta color pardo oscuro; tiene textura (de laboratorio) arcillosa; estructura en columnas, moderadamente desarrolladas y consistencia en húmedo muy firme. El horizonte **Bw4,** exhibe un color pardo rojizo oscuro; de textura (de laboratorio) franco arcillosa; estructura en columnas, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo muy firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.209 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.210, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas. La densidad real presenta valores bajos (2.16 a 2.34 g/cc). La densidad aparente muestra valores muy bajos (1.07 a 0.91 g/cc). La porosidad total varía de alta (51%) en el primer horizonte a muy alta (61%) en profundidad; se observa una dominancia de la microporosidad (47% a 58%) sobre la macroporosidad (3% a 4%), estas características reducen la permeabilidad y limitan el drenaje; la humedad aprovechable es baja (2% a 6%), lo que limita el desarrollo de las plantas. A partir de los 45 cm de profundidad tiene limitantes mecánicas para el desarrollo de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.210, los suelos presentan pH moderadamente ácido (5.8) en el primer horizonte, neutro (6.9) en el tercero y cuarto y ligeramente ácido en los siguientes, valores adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.53%) en superficie y bajo (1.48% a 0.57%) en profundidad, el mayor valor corresponde al horizonte superior y se reduce en profundidad, se relaciona con la capacidad de intercambio de cationes y el suministro parcial de nutrientes a las plantas; debido a su importancia, debe incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (29.73 a 37.43 meq/100 g), es un indicador de un adecuado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), muestran valores medios (10.99 meq/100 g) en superficie y bajos (5.46 a 8.92 meq/100 g) en profundidad, insuficientes para el desarrollo de las plantas, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es media en superficie (37 % a 40%) y baja en profundidad (32% a 22%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo disponible (P), son bajos; el potasio (K) y de los cationes el calcio (Ca), tienen valores altos; el magnesio (Mg), presenta cantidades bajas en el primero, tercer y quinto horizonte, y medias en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (perfil PM 040308)

Estos suelos se han originado de depósitos aluvio - coluviales, presentan moderada evolución, son profundos; con drenaje moderado; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas; el pH varía moderadamente ácido en superficie; la materia orgánica es media en la superficie. Presentan contenidos medios de bases intercambiables en superficie y bajos en profundidad; la saturación de bases muestra valores medios en superficie y bajos en profundidad; la capacidad de intercambio de cationes y la fertilidad presentan valores altos. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se relacionan con las pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), la mediana pedregosidad superficial y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Estas tierras tienen capacidad de uso agrícola y son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción y para ganadería semi-intensiva.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica; es necesario realizar siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento barreras vivas y barreras muertas. Construir acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo usando hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas de bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Se necesita riego en la época seca, por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (PM 040308)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, las fases LQCbp1 y LQCcp1 pertenecen a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-4; las fases LQCbp2 y LQCcp2 pertenecen a la clase IV, subclase IV es y grupo de manejo IV es-2, poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011007)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 10%, de su superficie, como inclusión el suelo **Typic Ustipsamments, familia no ácida, isotérmica (PI 011007),** se caracterizan por ser profundos; con drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) gruesas; la densidad aparente tiene valores muy bajos en el primer horizonte y bajos en el segundo; la porosidad total presenta valores altos en el primer horizonte y medios en el segundo. La humedad aprovechable muestra contenidos muy bajos en el primero y bajos en el segundo horizonte; el pH es moderadamente alcalino en el primero, en el tercero y en el quinto horizonte, es fuertemente alcalino en el segundo y ligeramente alcalino en el cuarto; la materia orgánica (MO), muestra contenidos medios en el primer y tercer horizonte y bajos en los demás; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos. La saturación de bases (SB), es alta; la fertilidad natural es baja. (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

La descripción del perfil de suelos se realizó en el departamento de Chimaltenango y se extrapoló en los límites del departamento de Guatemala, comparte un mismo paisaje, relieve, forma del terreno y un mismo tipo de suelo**.**

4.3.4 Suelos del paisaje de altiplano hidro–volcánico (A)

El paisaje altiplano hidro–volcánico, tiene una extensión de **72,236** hectáreas, equivalente a **32.77**% de la superficie del departamento; se localiza principalmente en los municipios de Mixco, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y San Raimundo, al noroccidente de Guatemala, presentando una altura máxima es de 2,225 m y una mínima de 782 msnm. En el Cuadro 4.211, tomado del capitulo de clima, se presentan los tipos de clima ambiental contenidos en el paisaje de altiplano.

Cuadro 4.211. Tipos de clima ambiental presentes en el paisaje de altiplano hidro – volcánico

Clima	Código en el mapa	Rango de temperaturas (°C)	Rango de altitud (msnm)	Rango de precipitaciones (mm)	Superficie (ha)	%
Semifrío húmedo	S	14.3 a 17.0	1,800 a 2,300	1,001 a 2,000	561	0.78
Templado húmedo	B	17.1 a 20.7	1,000 a 1,800	1,001 a 2,000	8,022	11.11
Templado subhúmedo	Q	17.1 a 20.7	1,000 a 1,800	601 a 1,000	39,024	54.02
Templado subhúmedo a templado húmedo	C	-	-	-	24,629	34.1
Total					**72,236**	**100**

Este paisaje ha sido modelado por procesos de erosión geológica y por acumulaciones de materiales piroclásticos no consolidados recientes de diferentes tamaños; en el paisaje de Altiplano es notoria la disección causada por el agua de escorrentía, formando cañones y cañadas de grandes dimensiones.

Los tipos de relieve presentes en este paisaje son los siguientes: abanicos, domos, terrazas, cañones y cañadas, y vallecito; las principales formas de terreno identificadas son: laderas, cuerpo de abanico, talud de abanico, cuerpo de glacís, plano de terraza y bajo de terraza. Entre los principales materiales parentales identificados, resaltan: tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; depósitos coluvio-aluviales; depósitos aluvio-coluviales.

La clasificación de suelos, según la taxonomía norteamericana (Soil Survey Staff, 2014), los principales órdenes encontrados son: Inceptisoles con el 62.51% de la superficie del paisaje; Molisoles con el 27.37%; Alfisoles con el 5.14%; Andisoles con el 4.59% y Entisoles con el 0.39% de la superficie.

De acuerdo con los análisis de la determinación de las propiedades ***físicas, químicas, mineralógicas e hidrodinámicas (infiltración),*** realizadas, estos suelos presentan las características siguientes:

A. Propiedades físicas:

- **Grupos texturales horizontes A:** influyen sobre el movimiento del agua en el suelo, disponibilidad de nutrientes y la erosión, indican la proporción de arenas (fragmentos minerales con diámetro entre 2 y 0.05 mm), limos (partículas con diámetro entre 0.05 y 0.002 mm) y arcillas (partículas con diámetro menor de 0.002 mm) que presenta el horizonte superficial del suelo. Con respecto a la textura de los suelos del paisaje, el 73.2% de los suelos posee texturas medias, el 17.8% de los suelos texturas finas y el 8.9%, texturas gruesas. Fueron evaluados por método de campo para Andisoles e intergrados ándicos y por método de laboratorio para los otros suelos.

- **Estructura horizonte A:** indica la forma en la que las partículas del suelo se encuentran agregadas, el 95.2% de los suelos del paisaje presenta bloques subangulares, de consistencia friable, lo que indica que se pueden desagregar fácilmente, el 3.0% presenta bloques angulares, de consistencia firme y el 1.8% de los suelos presentan estructura granular friable y débil.

- **Densidad aparente horizonte A: i**ndica la relación del peso y volumen del suelo, tomando en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua, un valor muy bajo indica que los suelos son livianos, un valor alto indica suelos pesados. Con respecto a la densidad aparente de los suelos del paisaje, el 82.5% de los suelos presentan densidad aparente baja, el 12.5% densidad muy baja y el 5.0% densidad media.

- **Densidad real horizonte A:** indica la relación del peso y volumen del suelo, sin tomar en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua. Con relación a la densidad real, el 84.9% presenta valores bajos y el 15.1% presenta valores medios.

- **Profundidad efectiva:** indica el espesor en el cual las raíces pueden penetrar para obtener agua y nutrientes: el 48.7% de los suelos son moderadamente profundos, el 37.7% son profundos, el 7.5 % son superficiales y el 6.0% son moderadamente superficiales.

- **Drenaje natural:** indica el movimiento del agua en el suelo; el 65.4% de los suelos presenta buen drenaje, el 32.8% moderadamente excesivo, el 1.5% moderado, el 0.3% imperfecto y el 0.02% drenaje muy pobre.

- **Pedregosidad superficial:** indica el porcentaje de fragmentos de roca (> a 2 mm de diámetro) que yacen en superficie y los que está parcialmente enterrados; el 2.9% presenta poca pedregosidad, el 1.4% abundante pedregosidad, el 0.3% mediana pedregosidad y el 95.4% no presentan pedregosidad

B. Propiedades químicas:

- **Capacidad de intercambio de cationes (CIC):** este término indica la capacidad del suelo de absorber e intercambiar nutrientes como calcio, magnesio, potasio y otros. Respecto a esta característica, el

97.9% de los suelos del paisaje presentan valores altos y el 2.2% valores medios.

- **Saturación de bases (SB):** este término indica la presencia de los cationes K, Ca, Mg y Na, su presencia o ausencia en el suelo dependen directamente del pH, cuando el pH es ácido, la SB saturación es baja y cuando el pH tiende a la neutralidad la SB es alta. Con respecto a la saturación de bases de los suelos del paisaje, el 28.8% de ellos presentan valores altos, el 64.2% valores medios y 3.0% valores bajos.

- **Carbono orgánico (CO):** El carbono orgánico es el principal elemento componente de la materia orgánica, ya que representa entre el 48 y el 59% de su peso; por la dificultad de determinar la materia orgánica del suelo, se obtiene el porcentaje de carbono orgánico y se multiplica por el factor de conversión de 1.9, si se quiere conocer el dato de M.O. Con respecto a la presencia de carbono orgánico en los suelos del paisaje, el 91.8% de ellos presentan valores bajos, el 3.9% valores medios y el 4.3% valores altos.

- **Potencial de hidrógeno (pH):** indica el grado de acidez o basicidad del suelo e influye en la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes para las raíces de las plantas, estos se agruparon en tres rangos para una mejor comprensión, así: *no limitantes* con el 32.6% para los neutros (pH 6.6 - 7.3); *intermedios* con el 64.1% para los moderada a ligeramente ácidos (pH 5.5 - 6.5) y ligera a moderadamente alcalinos (pH 7.4 - 8.4), y *limitantes c*on el 3.4% para los fuertemente ácidos (pH <5.5) y fuertemente alcalinos (pH >8.5).

- **Fertilidad natural:** indica la capacidad de suministrar nutrientes y condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas. En los suelos del paisaje, el 95.2% presenta valores altos y el 4.8% valores medios.

C. Propiedades mineralógicas: se extrajeron muestras de los suelos más representativos para caracterizar los minerales presentes, tanto de la fracción arcilla como de la fracción arena, los resultados se muestran a continuación:

- **Fracción arcilla:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arcilla se relaciona con la *fertilidad actual* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *dominantes* (>50%) en material no cristalino; *abundantes* (30-50%), en esmectitas (montmorillonita) y metahaloisita (halioisita 7 A); *comunes* (15 - 30%), en feldespatos, haloisita y micas; *presentes (*5 -15%) en feldespatos y *trazas* (<5%) en goetita.

- **Fracción arena:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arena se relaciona con la *fertilidad potencial (a futuro)* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *dominantes* con un 71.7% los feldespatos; *presentes* 9.0% magnetita y con 7.0% hornblenda; además se encuentran *trazas* (<5%) de vidrio volcánico, diópsido, fragmentos de toba, cuarzo, lamprobolita, biotita, hematita, muscovita, rutilo, fragmentos líticos, granos alterados, circón y fitolitos.

D. Infiltración: esta es una propiedad física hidrodinámica que se mide por la "velocidad de entrada vertical del agua a través de los poros del suelo, por unidad de tiempo"; en los horizontes superiores, las pruebas de infiltración se efectuaron en los perfiles del paisaje; en los resultados permitieron calificar la velocidad de infiltración como "moderadamente rápida", "moderadamente lenta", "moderada" y "rápida", respectivamente.

Los grupos texturales, la estructura, la densidad aparente, la densidad real, la capacidad de intercambio de cationes, la saturación de bases, el carbono orgánico y el potencial de hidrógeno se tomaron con datos hasta 50 cm (Ver Capítulo 7. Aplicaciones y Anexo A. Metodología).

SÍNTESIS

Los suelos del paisaje de altiplano hidro-volcánico, presentan una adecuada proporción de arenas, limos y arcillas, que se reflejan en el dominio de texturas medias; en la estructura dominan los bloques subangulares de consistencia friable (las de mejor desempeño); respecto a la densidad aparente predomina bajos; la densidad real es baja, la cual indica que los suelos son livianos, frágiles y requieren de un manejo adecuado de la labranza para no destruirlos; dominan los suelos profundos y moderadamente profundos; pero respecto al drenaje natural, domina el bien drenado (bueno); estas condiciones permiten que los suelos tengan buena aireación, adecuada retención de humedad y un buen movimiento del agua en el suelo.

La capacidad de intercambio de cationes es alta (CICA), es alta, valores que son adecuados para la retención e intercambio de nutrientes útiles para las plantas; la saturación de bases (SB), predomina moderada y baja lo que indica que debe suplementarse en el suelo; los contenidos de carbono orgánico (CO), son bajos, su presencia se relaciona con la CICA y con el suministro parcial de nutrientes a las plantas, por lo cual debe suplementarse; el pH no es un factor que limite la productividad de las tierras, los valores limitantes de pH alcanzan el 3.4% y la fertilidad natural es alta, que se traduce en buena disponibilidad de nutrientes para el desarrollo vegetativo.

Los minerales del suelo aportan y dejan libres los nutrientes, los cuales absorben las plantas en su proceso de desarrollo y crecimiento; en la fracción arcilla dominan los materiales no cristalinos o amorfos de tipo alofánico de origen volcánico, los cuales son muy importantes por la fertilidad actual alta que presentan los suelos, sin embargo también adsorbe los fosfatos, por lo cual deben hacerse adiciones de estos minerales para las plantas. Los minerales presentes en las arenas se relacionan con la fertilidad potencial (a futuro) del suelo, esta es alta en el paisaje, ya que las arenas presentan minerales que al desintegrarse, heredan al suelo elementos importantes para la nutrición vegetal.

Los cultivos limpios en pendientes muy inclinadas y los bajos contenidos de materia orgánica indican deficiencias en el manejo del suelo que afectan la estructura, el movimiento del agua y la incorporación de nutrientes, lo que incrementa el riesgo de erosión y la pérdida de productividad de los suelos.

En el paisaje de altiplano hidro-volcánico, se realizan cultivos para el autoconsumo y pequeñas ventas locales como granos básicos (maíz, fríjol), hortalizas (acelga, arveja china, ejote francés, chile, tomate, cebolla, zanahoria, brócoli) y cultivos para la exportación como el café bajo sombra. Para el mercado local se cultivan también aguacate hass y flores. En este paisaje se identificaron 29 unidades cartográficas de suelos, las cuales se describen en detalle a continuación:

4.3.4.1 Unidad ASA

Consociación El Manzanillo: Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica, perfil modal 010806.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la consociación El Manzanillo; las fincas La Divina Providencia, Alta Vista, granja Las

Delicias; comunidad El Manzanillo, del municipio de Mixco y el río Xaltayá, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 130 hectáreas. En la Figura 4.191, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.191 Lomas con agricultura. Municipio de Mixco (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 14.10 °C; 1,208 mm de precipitación y una altitud media de 2,063 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies de encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ciprés (*Juniperus comitana)* e ilamo (*Alnus jorullensis*). Como se observa en la Figura 4.191, el uso principal es agricultura y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tobas e ignimbritas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve lomas.

Los unidad cartográfica está compuesta en un 90% de su superficie por los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (perfil modal, PM 010806), y el 10% restante de su superficie, por el suelo Andic Haplustolls, familia medial sobre arcillosa, isotérmica, (perfil inclusión, PI 030901).

La Consociación El Manzanillo presenta las siguientes fases:

- **ASAd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 87 ha.
- **ASAe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 30 ha.
- **ASAe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión de grado moderado. La fase tiene una superficie de 13 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010806)

En la Figura 4.192, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de campo), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

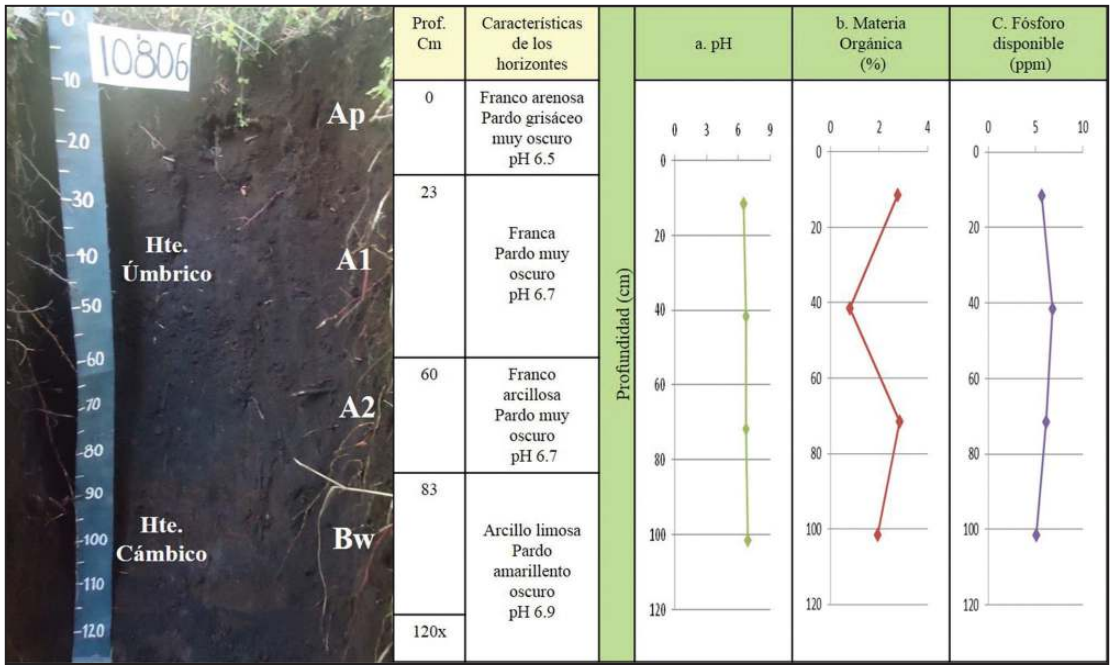


Figura 4.192 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010806) de la Consociación El Manzanillo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010806)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Manzanillo
Símbolo		ASA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Mixco
	Aldea	El Manzanillo
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 485813
		Y: 1618394

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,504
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		2,098 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,200 mm
	Temperatura promedio anual	14.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Úatico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, ornamentales
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		No hay*

Describió	Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción	05-10-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 23 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite difuso.
23 – 60 cm A1	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite difuso.
60 – 83 cm A2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite gradual y plano.
83 – 120 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro.
120 – 200x cm	*Formaciones superficiales: tobas.*
Observaciones	**De acuerdo con las observaciones (cajuelas y barrenajes) en la unidad cartográfica hay roble, ilamo, encino, ciprés y pino.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010806)

Cuadro 4.212. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010806)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	0.88	1.92	44.73	40.27	33.72	27.94	26.31	16.93	14.99	13.33	40.83	54.17
23-60	0.87	1.80	49.04	36.86	32.77	31.13	27.53	19.26	16.71	17.14	34.52	51.67

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-23	34.41	18.74
23-60	39.64	16.06

Cuadro 4.213. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010806)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucus)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-23	82.10	14.37	3.53	AF	FA	-	6.5	2.74	5.20	-	-	-	5.69	7.89	Alta
23-60	73.77	20.62	5.61	FA	F	-	6.7	2.44	4.63	-	-	-	6.84		
60-83	65.69	20.52	13.79	FA	FAr	-	6.7	2.11	4.01	-			6.15		
83-120	71.19	18.14	10.67	FA	ArL	-	6.9	0.61	1.16	-	-	-	5.09		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	26.20	10.47	15.73	10.42	8.54	1.33	0.50	0.05	0.05	32.60	5.08	1.91	0.19	0.5
23-60	29.05	10.57	18.48	10.52	8.35	1.71	0.43	0.03	0.05	28.74	5.89	1.48	0.10	0.5
60-83	25.63	11.38	14.25	11.35	8.91	1.66	0.59	0.19	0.03	34.76	6.48	2.30	0.74	0.3
83-120	25.63	12.46	13.17	12.42	8.75	1.98	1.34	0.35	0.04	34.14	7.73	5.23	1.37	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-23	39.77	2.98	1.62	71.71	1.00	34.50	0.82	1.80
23-60	36.21	3.17	1.29	75.70	1.00	34.30	1.51	1.51
60-83	44.28	3.85	0.88	72.31	2.19	-	-	-
83-120	48.46	4.23	1.49	51.86	6.65	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable (H^{++} Al^{+++}); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010806)

Estos suelos son de evolución pedogenética moderada. De acuerdo con la Figura 4.192 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (23 cm de espesor); A1 (37 cm de espesor); A2 (23 cm de espesor) y Bw (37 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro, de textura (al tacto) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A1**, posee color pardo muy oscuro, de textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A2**, exhibe color pardo muy oscuro, de textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable y el horizonte **Bw,** es de color pardo amarillento oscuro, de textura (al tacto) arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.212 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.213, estos suelos tienen texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre finas. La densidad real presenta valores entre 1.92 -1.80 g/cc. La densidad aparente tiene valores muy bajos en el perfil (0.88 y 0.87 g/cc).

La porosidad total en el perfil es alta (54% a 52%); entre el 13% y el 17% corresponden a los macroporos y entre el 41% y el 35% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad responsables de moderada permeabilidad, infiltración, aireación y drenaje interno; pero son contrastantes con la

retención de humedad baja (19% a 16%), que se traduce en poca agua disponible para las plantas.

Según los resultados de la caracterización **química** de los suelos indicados en el Cuadro 4.213, poseen un pH entre ligeramente ácido (6.5) a neutro (6.9), valores adecuados para la mayoría de las plantas. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (5.20%) en superficie y bajo (1.16%) en profundidad, considerados limitantes para la capacidad de intercambio y el aporte parcial de nutrientes a las plantas, por lo que debe aumentarse los niveles de materia orgánica.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), muestra cantidades altas (26.20 y 25.63 meq/100 g de suelo) en todos los horizontes, indica un alto potencial de retención y disponibilidad de nutrientes a las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (10.42 y 10.35 meq/100 g de suelo), considerados como insuficientes, deben ser suplementados; la saturación de bases (SB), posee niveles medios (36%) a altos (49%) en todos los horizontes. La retención fosfórica en los primeros horizontes muestra valores medios (34.50%), esto se debe a la presencia de materiales amorfos y por el aluminio activo, lo cual hace que los suelos requieran de la aplicación de fosfatos en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todo el perfil; mientras que el potasio (K), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Respecto a los **cationes** el calcio (Ca), está en cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg) es medio excepto en el primer horizonte donde es bajo. Los suelos tienen valores medios de retención fosfórica.

En relación a los **elementos menores**, el cobre (Cu), exhibe valores medios en el primer, segundo y tercer horizonte, altos en el cuarto. El zinc (Zn), es bajo en todos los horizontes. El hierro (Fe), posee contenidos altos en todos los horizontes y el manganeso (Mn), es bajo excepto en el cuarto horizonte donde es medio. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es calificada como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 010806)

Suelos derivados a partir de tobas e ignimbritas, de moderada evolución; son profundos, drenaje natural bueno, texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre finas, pH neutro, contenido de materia orgánica alto en superficie; capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables y saturación de bases medias, fertilidad natural alta. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4), por los compuestos amorfos y el aluminio activo que contienen. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, por permanecer seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmica”, debido a que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos corresponden a las pendientes de fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), con erosión ligera, es de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, bajo fuertes prácticas de conservación de suelos.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada, son de capacidad de uso agroforestal y son aptas para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, esta técnica ayudará a reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia, aumentando la infiltración de agua en el perfil, favoreciendo que el suelo permanezca húmedo por más tiempo. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y también se recomienda establecer cortinas rompevientos y evitar la erosión eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, tales como plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, para reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una buena cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, cubriendo con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita principalmente los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Debido a los valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, en forma periódica y cerca de las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse de forma foliar Cobre, Zinc y Manganeso. Se necesita riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010806)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ASAd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-1, posee vocación agrícola; las fases ASAe1 y ASAe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-1, poseen vocación agroforestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 030901)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 10% de su superficie, como inclusión el suelo **Andic Haplustolls, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PI 030901)**, se caracterizan por ser profundos, bien drenado, de texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas; muy baja densidad aparente en superficie, baja en profundidad. La porosidad total media en superficie, baja en profundiad. La humedad aprovechable baja en superficie. El pH ligeramente alcalino a neutro. La materia orgánica (MO), tiene valores altos en superficie y bajos en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos en superficie y bajos en profundidad. La saturación de bases (SB), tiene valores altos en todo el perfil. La fertilidad natural es calificada como alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.2 Unidad ASB

Consociación Tres Cruces: Typic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica, perfil modal 011508.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas La Divina Providencia, Alta Vista, granja Las Delicias, y la comunidad El Manzanillo, del municipio de Mixco y el río Xaltayá, del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad cartográfica abarca una extensión de 153 hectáreas. En la Figura 4.193, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.193 Terraza con frutales. Municipio de Villa Nueva (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 13.2 °C; 1,215 mm de precipitación y una altitud media de 2,165 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies de encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ciprés (*Juniperus comitana)* e ilamo (*Alnus jorullensis*). Como se observa en la Figura 4.193, el uso principal es agricultura. +

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve terrazas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de su superficie por los Typic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica (perfil modal, PM 011508), y el 20% restante del área por el suelo Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (perfil inclusión, PI 010901).

La Consociación Tres Cruces presenta las siguientes fases:

- **ASBb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 4 ha.
- **ASBc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 149 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011508)

En la Figura 4.194 se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

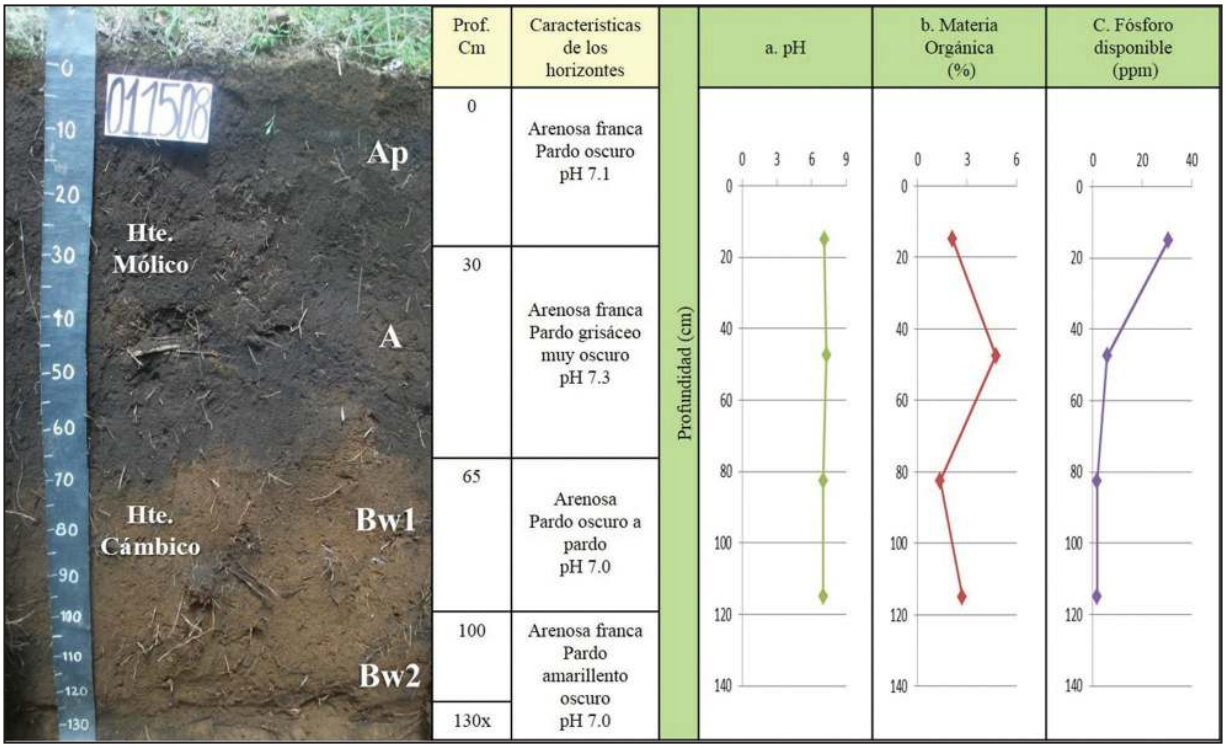


Figura 4.194 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011508) de la Consociación Tres Cruces. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011508)

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Tres Cruces
Símbolo		ASB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Nueva
	Aldea	–
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Isquisuchil
	Coordenadas Planas	X: 481921
		Y: 1611989
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,601
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro - volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Tefras, ceniza volcánicas y pómez
Altitud		1,986 m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,124 mm
	Temperatura promedio anual	14.8 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Úatico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.0 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento-medio
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	–
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	–
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, deciduos, aves del paraíso
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente inclinadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año
Vegetación natural		Pino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		04-10-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1 neutro; límite claro y plano.
30 – 65 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3 neutro; límite claro y ondulado.
65 – 100 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0 neutro; límite gradual y plano.
100 – 130 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0 neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011508)

Cuadro 4.214. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011508)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	0.94	1.96	54.25	38.35	37.41	31.54	25.87	17.70	8.28	16.16	35.88	52.04
30-65	1.04	1.99	51.69	41.73	37.41	33.09	26.40	17.05	9.86	13.19	34.55	47.74

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-30	30.75	29.12
30-65	34.69	27.55

Cuadro 4.215. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011508)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucus)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	85.50	11.55	2.95	AF	F	-	7.1	1.12	2.13	-	-	-	30.55	8.04	Alta
30-65	77.35	15.62	7.03	AF	F	-	7.3	2.51	4.76	-		-	5.90		
65-100	91.63	5.41	2.95	A	FA	-	7.0	0.73	1.38	-	-	-	1.76		
100-130	85.48	9.52	5.01	AF	FA	15.00	7.0	1.43	2.71	-	-	-	1.74		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-30	19.94	11.45	8.49	11.42	8.39	2.38	0.59	0.06	0.03	42.08	11.94	2.96	0.30	0.3
30-65	18.23	11.10	7.13	11.07	7.94	1.65	1.43	0.05	0.03	43.55	9.05	7.84	0.27	0.3
65-100	15.95	10.63	5.32	10.60	8.02	2.13	0.33	0.12	0.03	50.28	13.35	2.07	0.75	0.3
100-130	20.51	10.31	10.20	10.27	6.65	2.04	1.43	0.15	0.04	32.42	9.95	6.97	0.73	0.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	57.27	1.70	1.44	15.64	1.00	25.80	0.71	2.58
30-65	60.72	1.78	1.05	23.73	1.00	28.80	0.59	1.66
65-100	66.46	2.58	1.00	22.60	1.17	-	-	-
100-130	50.07	3.64	1.13	23.08	4.38	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011508)

Estos suelos poseen evolución pedogenética moderada. De acuerdo con la Figura 4.194 y la descripción del perfil, este tiene horizontes con nomenclatura Ap (30 cm de espesor); A (35 cm de espesor); Bw1 (35 cm de espesor) y Bw2 (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro, de textura (de laboratorio) arenosa franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **A**, posee color pardo grisáceo muy oscuro, de textura (de laboratorio) arenosa franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte

Bw1, exhibe color pardo oscuro a pardo, de textura (de laboratorio) arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable y el horizonte **Bw2,** es de color pardo amarillento oscuro, de textura (de laboratorio) arenosa franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.214 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.215, los suelos poseen texturas (de laboratorio) gruesas. La densidad real presenta valores bajos (1.96 a 1.99 g/cc). La densidad aparente varia de muy baja (0.94g/cc) en el primer horizonte, a baja (1.04 g/cc) en los demás.

La porosidad total en el perfil es alta (52% a 48%); de los cuales entre el 16% y el 13% corresponde a los macroporos y entre el 36% y el 35% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la microporosidad sobre la macroporosidad; responsables de moderada permeabilidad, infiltración, drenaje interno, aireación y retención de humedad media (29% y 28%). No presentan impedimentos mecánicos para el desarrollo radicular.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.215, los suelos presentan pH neutro (7.1 y 7.0), adecuados para la solubilidad y disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores bajos (4.76% a 1.38%).

La capacidad de intercambio de cationes (CICA) muestra cantidades altas (20.51 meq/100 g de suelo) a medias (15.95 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, lo que permite inferir que los suelos presentan buena retención y disponibilidad de nutrientes. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (11.42 a 10.27 meq/100 g de suelo), considerados como insuficientes, debe suplementarse; la saturación de bases (SB) muestra niveles altos (67% a 50%) en todos los horizontes. La retención fosfórica muestra valores medios (26% a 29%), esto se debe a la presencia de materiales amorfos y por el aluminio activo, lo cual hace que los suelos requieran de la aplicación de fosfatos en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P) tienen valores bajos; mientras que el potasio (K), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Respecto a los **cationes** el calcio (Ca), está en contenidos altos en todos los horizontes; con relación al magnesio (Mg), tiene valores medios en todo el perfil. Los suelos presentan valores medios de retención fosfórica.

Con relación a los **elementos menores**, el cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn), presentan valores bajos en todo el perfil. El hierro (Fe), posee contenidos medios en los horizontes superficiales y altos en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es calificada como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 011508)

Estos suelos son originados tefras (cenizas volcánicas y pómez), de moderada evolución, son profundos; drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) gruesas; pH neutro. El contenido de materia orgánica bajo, capacidad de intercambio de cationes alta a media, bases intercambiables medias y saturación de bases alta. Suelos de fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, por permanecer seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmica”, debido a que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), la erosión ligera, las texturas gruesas y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Estas tierras tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, con el fin de evitar la erosión hídrica, tales como plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Estos suelos no se pueden mecanizar. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita principalmente los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Debido a los valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, en forma periódica y cerca de las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse de forma foliar Cobre, Zinc y Manganeso. Se necesita riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011508)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases ASBb1 y ASBc1 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-1, posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 010901)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20% de su superficie, como inclusión el suelo **Andic Humustepts, familia medial sobre franca fina, isotérmica (PI 010901)**, se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre finas; la densidad aparente muy baja en el primer horizonte, baja en el segundo. La porosidad total es media en el primer horizonte, alta en el segundo. La humedad aprovechable es baja en superficie y media en profundidad. El pH tiene valores neutros en todos los horizontes; la materia orgánica (MO), posee valores bajos en todo el perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todos los horizontes. La saturación de bases (SB), es media en el primer y segundo horizonte, baja en los siguientes. La fertilidad natural es calificada como alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.3 Unidad ASC

Grupo Indiferenciado Río Xaltayá: Typic Ustorthents, familia franca gruesa, amórfica, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 030607 y Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 040704.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Entisol y se encuentran a inmediaciones de los cañones y cañadas de los ríos Xaltayá, Chopac, finca El Pilar, comunidades Loma Linda y Concepción El Pilar del municipio de San Juan Sacatepéquez. La unidad posee una extensión de 278 hectáreas. Los suelos de esta unidad cartográfica fueron descritos previamente en el levantamiento de suelos realizado en el departamento de Sacatepéquez MAGA-IGAC (2013), el polígono de suelos se extiende al departamento de Guatemala, por lo que se aplican los resultados obtenidos. En la Figura 4.195, se observa el paisaje característico de la unidad.

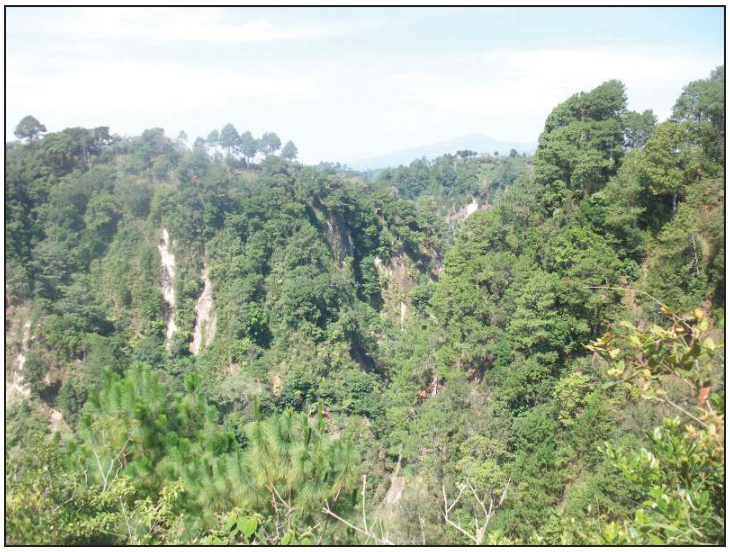


Figura 4.195 Cañones y cañadas con bosque mixto.
Municipio de San Juan Sacatepéquez; (Foto C. García, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "semifrío húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 15.9 °C; 1,297 mm de precipitación y una altitud media de 1,715 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies de encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ciprés (*Juniperus comitana)* e ilamo (*Alnus jorullensis*), entre otras.Como se observa en la Figura 4.195, la cobertura vegetal es de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve cañones y cañadas.

La unidad cartográfica está compuesta por los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, amórfica, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil modal, PM 030607) y por el suelo Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 40704).

El Grupo indiferenciado Río Xaltayá presenta la siguiente fase:

- **ASCf3:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión de grado severo. La fase tiene una superficie de 278 ha.

A). Descripción de los perfiles modales

Suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, amórfica, superactiva, no ácida, isotérmica 030607.

En la Figura 4.196, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

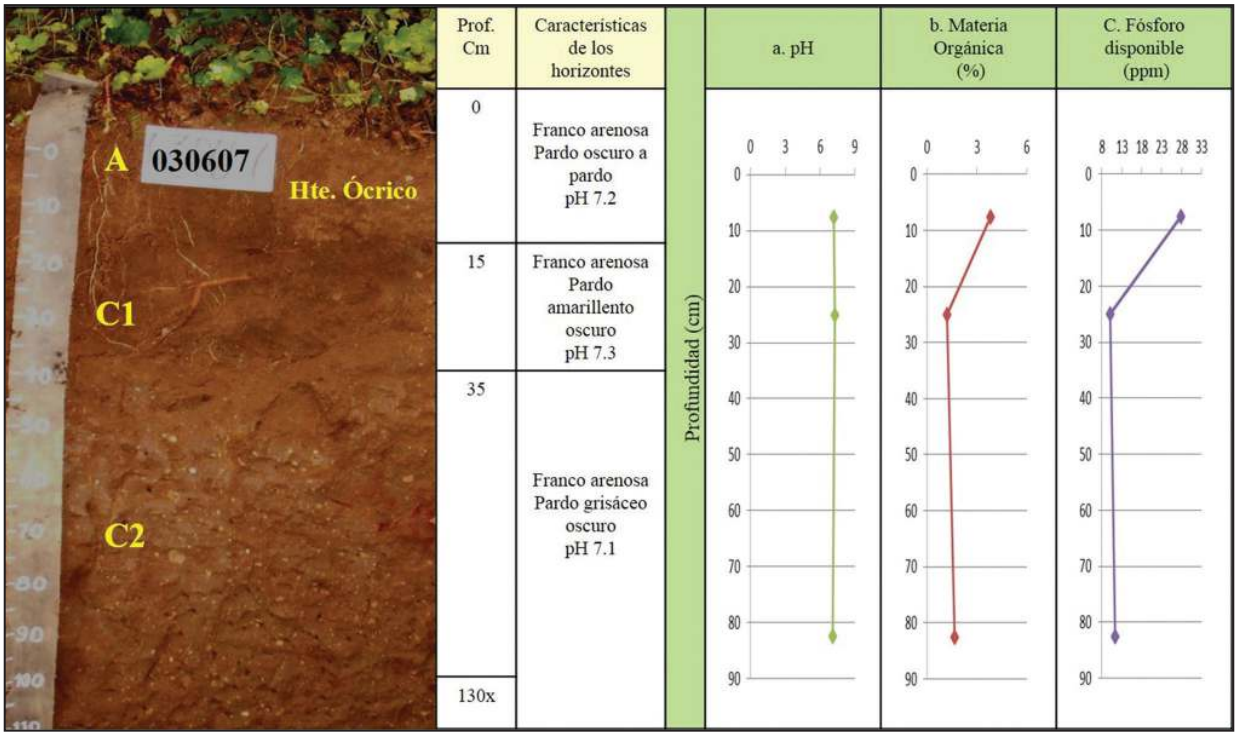


Figura 4.196 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 030607) del Grupo Indiferenciado Río Xaltayá. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: D. Yoc, 2009)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 030607)

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del perfil modal 030607 que fue identificado originalmente en el departamento de Sacatepéquez (ver MAGA-IGAC, 2013), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponden a esa locación y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Guatemala.

Tipo de perfil		Modal 1
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Río Xaltayá
Símbolo		ASC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia franca gruesa, amórfica, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santiago Sacatepéquez
	Aldea	Santa María Cauqué
	Caserío, sector, sitio, finca	A 200 metros de arenera
	Coordenadas planas	X: 480614
		Y: 1617915
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,510
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogénetico**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y Cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (ceniza volcánicas y pómez)
Altitud		1,924 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,185 mm
	Temperatura promedio anual	15.0 ^{0}C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmica
	Temperatura a 50 cm	17.8 ^{o}C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	35 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Forestal
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, material compactado en el perfil y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Encino, pino
Describió		Deisy Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		18-09-2009

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm A	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 7.2, neutro; límite claro e irregular.
15 – 35 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, y al H_2O_2; pH 7.3, neutro; límite claro e irregular.
35 – 130x cm C2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, y al H_2O_2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 030607)

Cuadro 4.216. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 030607)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	1.24	1.47	77.25	29.63	-	-	-	21.88	9.64	6.00	15.65
15-35	1.33	1.39	77.92	31.75	-	-	-	28.52	2.56	1.76	4.32
35-130	0.92	1.28	81.51	32.48	-	-	-	26.83	16.92	11.21	28.13

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-15	7.75
15-35	3.23
35-130	5.65

Cuadro 4.217. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 030607)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	56.89	24.37	18.74	FA	FA	3.0	7.2	2.02	3.83	-	-	-	27.85	8.2	Alta
15-35	52.29	31.39	16.32	FA	FArA	3.0	7.3	0.63	1.20	-	-	-	10.09		
35-130	53.3	28.28	18.42	FA	FAr	5.0	7.1	0.88	1.68	-	-	-	11.33		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	26.50	25.75	0.75	25.75	11.68	9.31	4.54	0.22	-	44.08	35.14	17.14	0.81	-
15-35	28.50	24.39	4.11	24.39	10.69	8.92	4.58	0.21	-	37.50	31.29	16.08	0.72	-
35-130	27.00	22.59	4.41	22.59	10.13	10.89	0.62	0.95	-	37.51	40.32	2.29	3.53	-

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0-15	97.17	3.78	3.14	46.60	5.50
15-35	85.59	4.74	2.14	59.40	5.40
35-130	83.65	4.26	1.34	115.00	17.00

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.218. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil modal (PM 030607)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)	
	15-35	35-130
Material no cristalino	++++	++++
Feldespatos	+	+
Haloisita	++	++
Integrados 2:1 - 2:2	tr	tr
Constitución mineralógica de la fracción arena	**Profundidad (cm)**	
	15-35	**35-130**
Feldespatos	71	60
Vidrio volcánico	11	3
Hornblenda	4	4
Hiperstena	4	6
Diópsido	1	10
Magnetita	2	8
Hematita	3	3
Fragmentos de toba	2	tr
Granos alterados	2	1

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)	
	15-35	35-130
Biotita	tr	tr
Lamprobolita	tr	4
Cuarzo	_	1
Circón	tr	tr

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

Suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica 040704

En la Figura 4.197, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

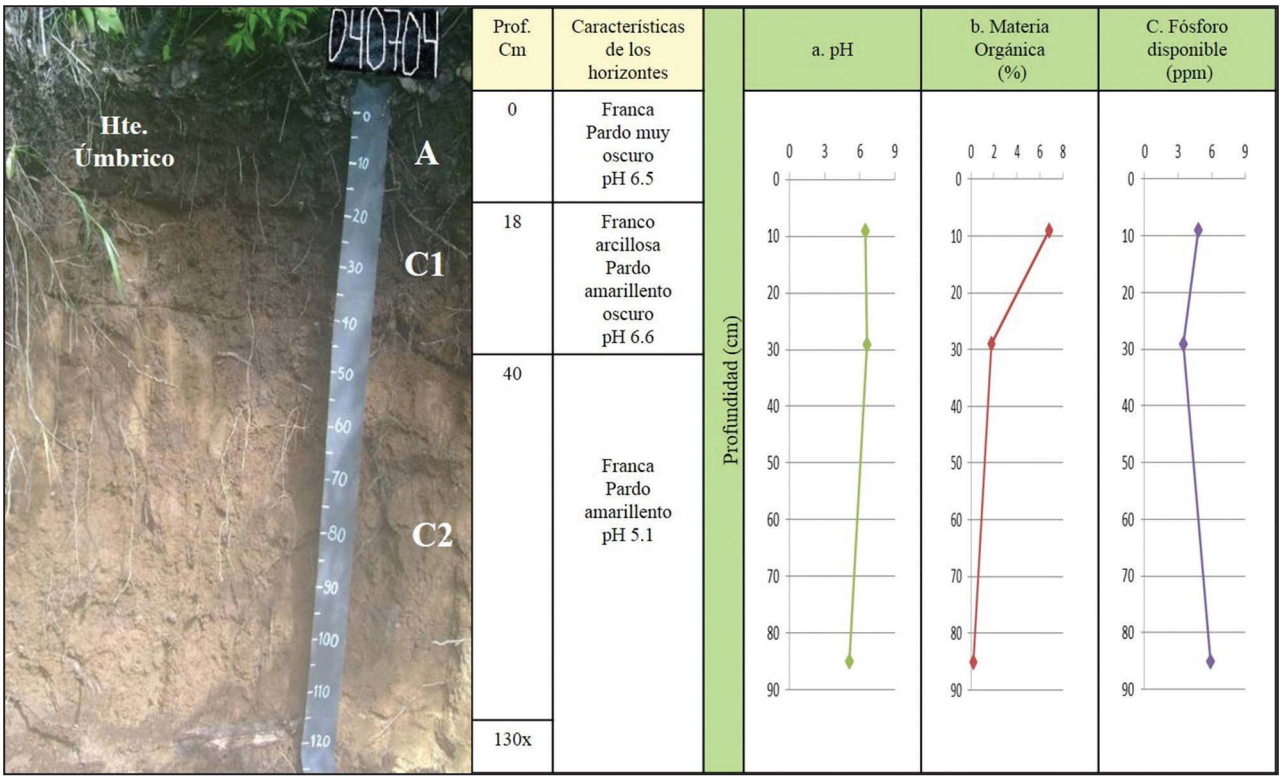


Figura 4.197 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 040704) del Grupo Indiferenciado Río Xaltayá. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Moscoso 2007)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 040704)

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del perfil modal 040704 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponden a esa locación y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Guatemala.

Tipo de perfil		Modal 2
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Río Xaltayá
Símbolo		ASC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Patzún
	Aldea	Villa Linda
	Caserío, sector, sitio, finca	A 300 mt del basurero
	Coordenadas planas	X: 445443
		Y: 1621746
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,433
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		2,189 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango	50 al 75%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,466 mm
	Temperatura promedio anual	12.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Está cubierto de bosque natural
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Roberto Medardo Moscoso
Fecha de descripción		20-09-2007

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 18 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en gránulos, gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medios y gruesos; muchas raíces, medias, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H2O2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y plano.
18 – 40 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos y medios; pocas raíces, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y plano.
40 – 130x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arenosa y de laboratorio franca; sin estructura (grano suelto); en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medios y gruesos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.1, muy fuertemente ácido.

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 040704)

Cuadro 4.219. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 040704)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0 – 18	0.69	1.92	52.88	42.07	-	-	-	32.12	13.06	50.83	63.89
18 – 40	0.79	1.97	58.20	54.89	-	-	-	41.00	3.41	56.48	59.89
40 – 130	0.94	1.63	63.96	59.33	-	-	-	48.30	3.08	39.41	42.48

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 18	9.95
18 – 40	13.89
40 – 130	11.03

Cuadro 4.220. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 040704)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 18	34.45	42.47	23.08	F	FArA	-	6.5	3.57	6.78	-	-	-	4.81	7.81	Alta
18 – 40	35.55	36.87	27.58	FAr	A	-	6.6	0.62	1.18	-	-	-	3.46		
40 – 130	51.18	31.31	17.51	F	A	-	5.1	0.12	0.22	-	-	-	5.88		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0 – 18	45.75	19.97	25.78	19.97	8.50	8.77	2.46	0.25	-	18.58	19.17	5.37	0.54	-
18 – 40	50.75	19.00	31.75	19.00	8.03	7.42	3.21	0.35	-	15.81	14.62	6.32	0.69	-
40 – 130	26.75	8.28	18.47	7.99	4.40	2.62	0.61	0.36	0.29	16.45	9.81	2.26	1.33	1.08

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención Fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0 – 18	43.66	1.20	1.70	72.00	4.80	25.70	0.46	0.27
18 – 40	37.44	2.80	1.60	55.00	1.20	18.80	0.31	0.18
40 – 130	29.85	2.30	1.80	31.00	0.30	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

D). Interpretación de la morfología de los perfiles y la calificación de los resultados de laboratorio

Suelos del perfil Modal PM 030607

Estos suelos poseen baja volución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.196 y la descripción del perfil, tiene horizontes con nomenclatura A (15 cm de espesor); C1 (20 cm de espesor) y C2 (95 cm de espesor); el horizonte **A,** tiene color pardo oscuro a pardo, de textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura granular, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** es de color pardo amarillento oscuro, de textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C2**, muestra color pardo grisáceo oscuro, de textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.



De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.216 y en la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.217, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con pocos fragmentos de roca en el perfil. La densidad real presenta valores entre 1.47 a 1.28 g/cc. La densidad aparente varía en el perfil de baja (1.33g/cc) en los primeros horizontes a muy baja (0.92 g/cc) en los demás.

La porosidad total en el perfil es baja (16% a 28%); entre el 10% y el 17% corresponde a los macroporos y entre el 6% y el 11% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad responsables de buena permeabilidad, infiltración, drenaje interno y aireación; pero a su vez contrastantes con la retención de humedad, la cual es muy baja (8% a 6%) en todo el perfil, esto permite inferir que el agua disponible para las plantas es limitado. El suelo presenta limitaciones mecánicas a los 35 cm, por capa compactada que no permite la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.217, los suelos poseen un pH neutro (7.3 a 7.1) en todos los horizontes, adecuados para una buena solubilidad y disponibilidad de los nutrientes. Los contenidos de materia orgánica (MO), son bajos (3.83% a 1.20%) en todo el perfil.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (26.50 a 28.50 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, esto permite a los suelos tener buena retención y suministro de nutrientes. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios, los cuales varían entre (25.75 y 22.59 meq/100 g de suelo), considerados como insuficientes, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (97% a 84%) en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P) se encuentran en niveles bajos en todo el perfil, mientras que el potasio (K), posee valores altos. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) tiene valores altos.

En relación a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores medios en los horizontes superficiales y altos en profundidad; el zinc (Zn), es medio en superficie, bajo en profundidad; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en todo el perfil y el manganeso (Mn), es medio en el primero y segundo horizonte, alto en el tercero. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos se califica como alta.

El Cuadro 4.218 referido a la **mineralogía** de este suelo, indica que en la fracción arcilla, dominante el material no cristalino y en menores proporciones feldespatos, haloisita e intergrados 2.1 – 2:2; entre tanto en la fracción arena son dominantes los feldespatos y en menores proporciones vidrio volcánico, hornblenda, heperstena, diópsido, magnetita, hematita, fragmentos de toba, granos alterados, biotita, lamprobolita, cuarzo y circón.

Suelos del perfil Modal, PM 040704

Estos suelos son de baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.197 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (18 cm de espesor); C1 (22 cm de espesor) y C2 (90 cm de espesor); el horizonte **A,** es de color pardo muy oscuro, de textura (de laboratorio) franca, estructura granular, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** tiene color pardo amarillento oscuro, de textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El horizonte **C2,** muestra color pardo amarillento, de textura (de laboratorio) franca, sin estructura (grano suelto).

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.219 y en la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.220, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real presenta valores entre 1.97 - 1.63 g/cc. La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.69 a 0.94

g/cc) en todo el perfil.

La porosidad total varía en el perfil de alta (64%) en el horizonte superficial a media (43%) en los demás; entre el 13% y el 3% corresponden a los macroporos y entre el 51% y 39% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la microporosidad sobre la macroporosidad, y permite inferir que se presenta moderada permeabilidad, infiltración, drenaje interno y aireación; pero no muestran relación directa con la retención de humedad baja (10% a 14%), esto ocasiona a su vez poca agua disponible para las plantas. Los suelos no tienen limitantes mecánicos para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.220, los suelos presentan pH ligeramente ácido (6.5) en el primer horizonte, neutro (6.6), en el segundo y muy fuertemente ácido (5.1) en el tercero, los valores de los primeros horizontes son adecuados para la buena solubilidad y disponibilidad de los nutrientes. Los contenidos de materia orgánica (MO), poseen valores altos (6.78%) en el horizonte superficial y bajo (0.22%) en profundidad, valores vinculados con la retención, disponibilidad y suministro parcial de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (45.75 a 26.75 meq/100 g) en todo el perfil, valores adecuados la retención y suministro de nutrientes. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos, los cuales varían entre (19.97 y 7.99 meq/100 g de suelo), insuficientes para el desarrollo de los cultivos deben suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de media (43.66%) en superficie y baja (29.85%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), presentan valores bajos. El potasio (K), presenta contenidos altos en todos los horizontes. Respecto a los **cationes,** el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), se encuentran en cantidades altas en el primer y segundo horizonte, medio en el tercero.

Con relación a los **elementos menores**, el cobre (Cu), posee valores bajos en el primer horizonte, medios en los siguientes; el zinc (Zn), y el manganeso (Mn), son bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe) presenta contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos se califica como alta.

E). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 030607)

Considerando que el suelo Typic Ustorthents, familia franca gruesa, amórfica, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal (PM 030607), es el que tiene más limitaciones en la unidad cartográfica, las características principales y las recomendaciones generales de uso y manejo, se hacen con base en este suelo.

Estos suelos originados de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen baja evolución, son superficiales; drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; el pH neutro; contenido de materia orgánica medio a bajo; capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables medias y saturación de bases alta. Suelos de fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmica”, puesto que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se deben a las pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión severa, son de capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento

de plantaciones forestales y manejo de bosques naturales, debido a su pertenencia al relieve de cañones y cañadas, se recomienda se conserven estas áreas como zonas de amortiguamiento de estos cañones y sean sujetas a planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional

Los cañones y cañadas están muy expuestos a procesos erosivos, por lo que no deben ser utilizados para las prácticas agrícolas en general; debe conservarse la vegetación existente y se deberá propiciar la revegetación con especies nativas en las áreas deforestadas. Es necesario establecer programas de control de incendios forestales.

F) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 030607)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ASCf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1, posee vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.4.4 Unidad AQA

Consociación Cerro El Naranjo: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010801.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la finca El Naranjo y cerro El Cerrito, del municipio de Fraijanes; cerro El Naranjo del municipio de Mixco; cerro El Socorro, del municipio de San José Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 597 hectáreas. En la Figura 4.198, se muestra un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.198 Domo cubierto con bosque. Municipio de Mixco (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.0 °C; 1,251 mm de precipitación y una altitud media de 1,374 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies de pino colorado

(*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.198, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tobas e ignimbritas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve domo.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010801) y en el 20% de área restante, por los suelos Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010316).

La Consociación Cerro El Naranjo presenta las siguientes fases:

- **AQAd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. La fase tiene una superficie de 239 ha.
- **AQAe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. La unidad tiene una superficie de 232 ha.
- **AQAep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 72 ha.
- **AQAe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. La unidad tiene una superficie de 54 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010801)

En la Figura 4.199, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

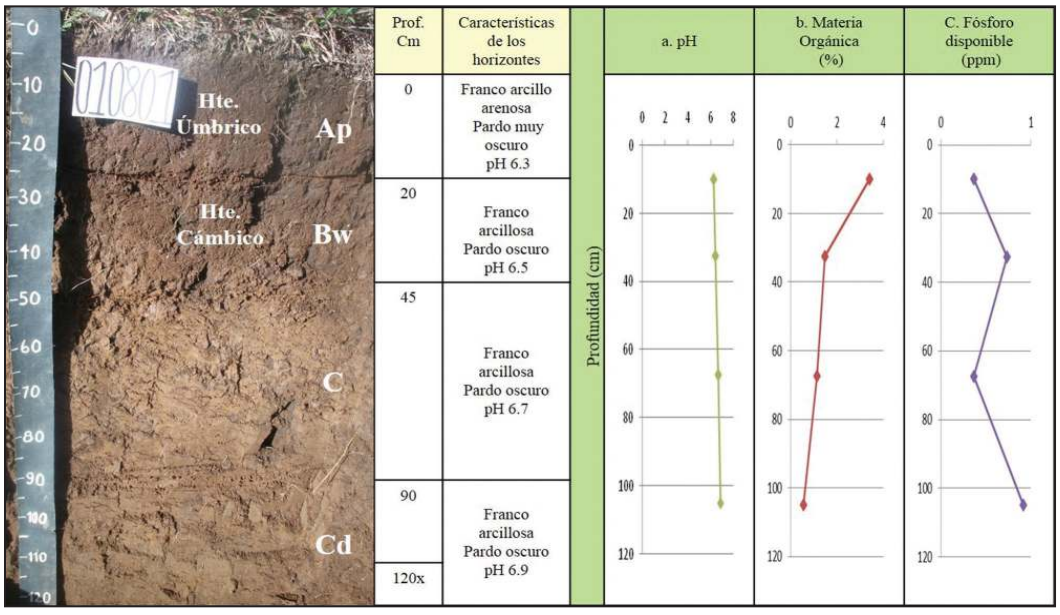


Figura 4.199 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010801) de la Consociación Cerro El Naranjo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010801)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Cerro El Naranjo
Símbolo		AQA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Mixco
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerro El Naranjo
	Coordenadas planas	X: 494337
		Y: 1621160
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,100
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Domo
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		1,614 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,274 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	90 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		06-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
45 – 90 cm C	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
90 – 120 cm Cd	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010801)

Cuadro 4.221. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010801)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.02	2.30	64.33	40.81	32.06	30.79	27.92	22.52	19.91	27.92	27.74	55.65
20-45	0.99	1.96	59.45	37.20	33.68	31.42	29.22	24.72	22.95	21.46	28.03	49.49
45-90	0.93	1.40	60.48	40.65	38.91	36.95	34.04	30.90	24.07	11.97	21.60	33.57

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	29.58	12.15
20-45	32.32	10.73
45-90	34.61	14.83

Cuadro 4.222. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010801)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	51.19	24.52	24.29	FArA	FArL	-	6.3	1.80	3.42	-	-	-	0.18	7.27	Alta
20-45	37.77	22.91	39.32	FAr	ArL	-	6.5	0.78	1.48	-	-	-	0.37		
45-90	40.06	23.59	36.35	FAr	ArL	-	6.7	0.60	1.14	-	-	-	0.18		
90-120	41.24	27.64	31.12	FAr	ArL	-	6.9	0.29	0.55	-	-	-	0.46		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	29.62	10.70	18.92	10.70	6.83	3.42	0.36	0.09	-	23.06	11.56	1.22	0.30	0.0
20-45	62.66	10.04	52.63	10.04	5.79	3.58	0.60	0.06	-	9.24	5.72	0.96	0.09	0.0
45-90	47.85	10.79	37.06	10.79	5.98	3.92	0.80	0.09	-	12.50	8.19	1.67	0.19	0.0
90-120	27.34	10.65	16.69	10.65	6.18	3.53	0.80	0.14	-	22.60	12.92	2.92	0.51	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	36.14	3.74	0.84	53.83	92.61	-	-	-	-	-
20-45	16.01	2.36	0.37	69.19	60.30	-	-	-	-	-
45-90	22.55	2.40	0.33	92.21	40.40	-	-	-	-	-
90-120	38.96	2.35	0.27	85.14	25.10	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010801)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.199 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (25 cm de espesor); C (45 cm de espesor)

y Cd (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** posee color pardo muy oscuro, de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** muestra color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** tiene color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd,** presenta color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.221 y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.222, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real tiene valores entre (2.30 a 1.40 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos (1.02 a 0.93 g/cc) en el perfil.

La porosidad total en el perfil varía de alta (56%) en el primer horizonte a media (34%) en los siguientes; entre el 28% y el 12% corresponden a los macroporos, entre el 28% y el 22% a los microporos; estos valores muestran dominio de los micro sobre los macroporos, responsables de una moderada permeabilidad, infiltración, drenaje interno y difusión de gases; sin embargo estas variables guardan contraste con la baja retención de humedad (12% a 15%), esto indica bajo contenido de agua disponible para las plantas . Presencia de material compactado, a los 90 cm que limita las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.222, los suelos tienen un pH que varía de ligeramente ácido (6.3) en el primer y segundo horizonte y neutro (6.9) en profundidad, valores no limitantes para la disponibilidad y solubilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), tiene valores medios (3.42%) en los horizontes superficiales y bajos (0.55%) en los siguientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (62.66 a 37.77 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, valores que permiten inferir alto potencial del suelo para la retención y disponibilidad de nutrientes. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos, los cuales varían entre (10.70 a 10.04 meq/100 g de suelo), considerados como insuficientes, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de media (36.14%) en superficie y baja (16.01%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todos los horizontes; respecto al potasio (K), reporta valores medios en superficie y altos en el resto del perfil. De los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en el primer y cuarto horizonte y, medias en el segundo y tercero; el magnesio (Mg), es alto en todos los horizontes.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), reporta valores medios; el zinc (Zn) se encuentra bajo en todo el perfil; mientras que el hierro (Fe), y el manganeso (Mn), tienen contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 010801)

Estos suelos se han originado a partir de tobas e ignimbritas, de evolución moderada. Son moderadamente profundos; drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente finas; el pH ligeramente ácido; contenido de materia orgánica medio; capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables bajas y saturación de bases medias, fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”,

por permanecer seco por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", puesto que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 y 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son las pendientes de fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada; las deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Los suelos de la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión moderada, son de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Asimismo, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), con mediana pedregosidad superficial en algunas áreas, erosión ligera y moderada; tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

Para manejar adecuadamente los suelos con vocación agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas como: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza y dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, con el fin de evitar la erosión hídrica; se pueden emplear las siguientes prácticas: plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel; establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Estos suelos no se pueden mecanizar. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, y para todas las fases, se recomienda incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo, mediante la incorporación de abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos, restos de cosecha. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Tomando en cuenta los microelementos y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. En la época seca estos suelos necesitan riego, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010801)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase AQAd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, posee vocación agrícola; las fases AQAe1 y

AQAe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-5; la fase AQAep1 pertenece a la clase VI, sublcase VI p y grupo de manejo VI p-8, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 010316)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20%, de su superficie, como inclusión el suelo **Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 010316),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad aparente muy baja en superficie y baja en profundidad. La porosidad total es alta en los horizontes superficiales y media en profundidad. La humedad aprovechable es baja en todos los horizontes. El pH es neutro. La materia orgánica (MO), posee valores altos en superficie, medios en los horizontes subsuperficiales, y bajos en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee altos valores en superficie, medios en el tercer horizonte y bajos en profundidad. La saturación de bases (SB), posee valores medios en el primer y tercer horizonte, y alta en el segundo y cuarto. La fertilidad naturales alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.5 Unidad AQB

Consociación Ojo de Agua: Typic Dystrustepts, familia fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011303.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas El Cubilete, El Faro, El Modelo, El Pensamiento, El Porvenir, El Retiro, La Ceiba, La Cumbre, La Pampa, Las Acacias, Las Marías, Las Violetas, Sabanetas, San Andrés Bella Vista, San Bernardo, Santa Gertrudis, Santa Lucía, Santa Rita, Santa Teresa y Siete Colinas, haciendas Gibraltar, San Gregorio y Santa Elena Rabanales; caseríos Las Crucitas, Rabanales, Rustrián, El Chilero y El Chocolate; aldeas Los Verdes, Puerta del Señor y El Cerrito, parajes El Ciprés y labor Ojo de Agua, del municipio de Fraijanes.

En los alrededores de las fincas El Bebedero, Santa Rosita, El Horizonte, El Matasano, El Rincón, Estancia Feliz, La Esperanza, La Loma de los Pinos, La Pascua, Las Conchas, Las Cruces, Las Delicias, San José La Laguna, San José Naranjo, San Nicolás, San Rafael, El Prado y Shangri-La; caseríos Acatán, Aceituno, Ciudad Real, La Libertad, Loma Blanca, Los Guajitos, Rodriguitos y San Gaspar; aldeas Concepción las Lomas, Lavarreda y Lo de Rodríguez, paraje Las Cuevas y cerro Quejuta, del municipio de Guatemala.

En la cercanía de las fincas El Capulín Uno, El Capulín Dos, El Diamante, Esperancita, La Esperanza y Las Flores; caseríos Concepción y La Cuchilla, Rosario II, del municipio de Villa Canales; fincas El Pilar, La Plata, San Bernardo; caseríos El Zarzal, La Cuchilla del Carmen y La Nueva Concepción, del municipio de Santa Catarina Pinula; fincas El Carmen Naranjito, El Prado y Minerva; caseríos Campanero, El Aguacate y cerro El Campanero, del municipio de Mixco; caserío Casas Viejas, del municipio de Amatitlán; cerro Partido del municipio de Chinautla; cerro San Rafael del municipio de Villa Nueva y caserío Cerro Gordo del municipio de San Miguel Petapa. La unidad cartográfica abarca una extensión de 10,903 hectáreas. En la Figura 4.200, se muestra un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.200 Lomas cubiertas con café bajo sombra. Municipio de Fraijanes (Foto: R. Pacheco, 2011).

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.5 °C; 1,130 mm de precipitación y una altitud media de 1,536 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.200, el uso principal es agrícola.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie por los suelos Typic Dystrustepts, familia fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011303); en un 15% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011001) y en el 10 % del área restante, por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011028).

La Consociación Ojo de Agua presenta las siguientes fases:

- **AQBc:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), sin erosión. La fase tiene una superficie de 138 ha.
- **AQBc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 486 ha.
- **AQBd:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), sin erosión. La fase tiene una superficie de 555 ha.
- **AQBd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 6,457 ha.
- **AQBdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 170 ha.
- **AQBd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. La fase tiene una superficie de 904 ha.

- **AQBe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 1,696 ha.
- **AQBe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. La fase tiene una superficie de 497 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011303)

En la Figura 4.201 se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

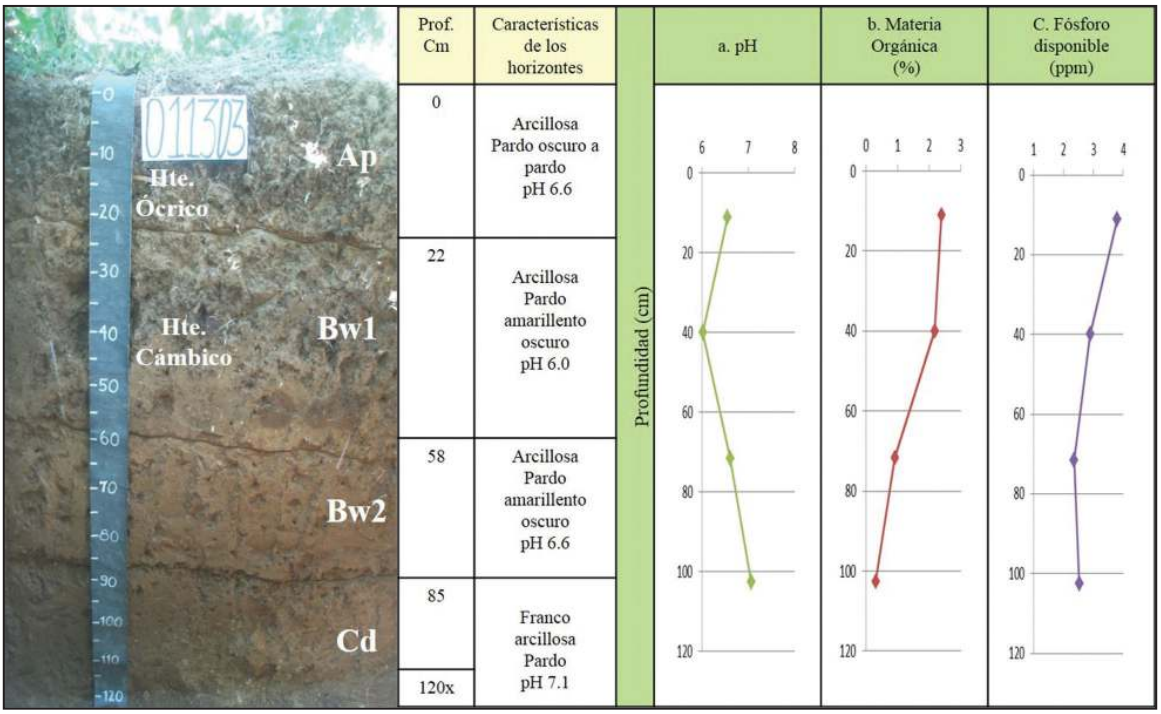


Figura 4.201 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011303) de la Consociación Ojo de Agua. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco, 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011303)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Ojo de agua
Símbolo		AQB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Dystrustepts, familia fina, superactiva, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Fraijanes
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Labor Ojo de Agua
	Coordenadas planas	X: 506744
		Y: 1597798
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,649
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro - volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, ceniza volcánicas y pómez
Altitud		1,612 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25%.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,002 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-

Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	85 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		14-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 22 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite gradual y plano.
22 – 58 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido; límite claro y plano.
58 – 85 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y plano.
85 – 120 cm Cd	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011303)

Cuadro 4.223. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011303)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-22	1.06	2.64	68.11	35.43	30.23	29.45	28.14	27.39	18.27	33.28	26.57	59.85
22-58	1.12	2.48	71.34	37.52	34.50	33.62	32.81	29.84	19.89	28.32	26.52	54.84

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-22	19.06	11.97
22-58	23.54	14.61

Cuadro 4.224. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011303)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-22	34.33	24.35	41.32	Ar	Ar	-	6.6	1.26	2.39	-	-	-	3.80	7.22	Alta
22-58	35.43	23.34	41.23	Ar	ArL	-	6.0	1.14	2.17	-	-	-	2.89		
58-85	38.45	17.00	44.55	Ar	ArL	-	6.6	0.48	0.91	-	-	-	2.35		
85-120	30.01	36.35	33.64	FAr	ArL	-	7.1	0.16	0.31	-	-	-	2.53		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-22	29.51	10.66	18.84	10.66	7.91	1.37	1.22	0.17	-	26.79	4.66	4.12	0.57	0.0
22-58	30.10	7.16	22.93	7.16	4.70	1.14	1.08	0.24	-	15.62	3.78	3.60	0.80	0.0
58-85	36.00	5.96	30.04	5.96	3.98	0.59	0.99	0.40	-	11.05	1.64	2.76	1.12	0.0
85-120	31.28	13.16	18.12	13.16	8.46	2.41	1.94	0.34	-	27.05	7.71	6.21	1.10	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-22	36.14	3.57	8.29	34.28	63.36
22-58	23.80	3.18	4.79	46.94	35.79
58-85	16.57	2.39	4.45	87.06	9.93
85-120	42.08	2.82	5.91	144.41	6.18

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011303)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.201 y la descripción del perfil modal, tienen horizontes con nomenclatura Ap (22 cm de espesor); Bw1 (36 cm de espesor); Bw2 (27 cm de espesor) y Cd (35 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** es de color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd,** exhibe color pardo, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.223 y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.224, los suelos presentan textura (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas. La densidad real presenta valores entre medios 2.64 g/cc a bajos 2.48 g/cc. La densidad aparente varía en el perfil de muy baja (1.06 g/cc) en el primer horizontes a baja (1.12 g/cc) en los demás. Material compactado a los 85 cm, que restringe físicamente la penetración de las raíces.

La porosidad total en el perfil es alta (60% a 55%); entre 33% y 28% corresponden a los macroporos y 27% a los microporos; estos valores muestran dominio de la macroporos sobre los microporos, los cuales determinan

buena permeabilidad, infiltración, movimiento del aire y drenaje interno. La retención de humedad tiene valores bajos (12% a 15%), lo que ocasiona poca agua disponible para las plantas.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.224, los suelos tienen pH neutro (6.6-7.1), excepto en el segundo horizonte donde es moderadamente ácido (6.0), valores adecuados a la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores bajos (2.39%-0.31%) en todo el perfil.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (29.51 a 36.00 meq/100 g de suelo) en todos los horizontes, valores que muestran alto potencial del suelo para retener e intercambiar nutrientes. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (18.84 y 30.04 meq/100 g de suelo), considerados insuficientes para el desarrollo de cultivos debiéndose suplementar. La saturación de bases (SB), varía de media (36.14%) en superficie y baja (16.57%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen niveles bajos en el perfil; mientras que el potasio (K), posee valores altos en el perfil. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en el primer y último horizonte y medias en el segundo y tercero; respecto al magnesio (Mg), reporta valores bajos hasta el tercer horizonte y medios en el último.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores medios en el perfil; el zinc (Zn), se encuentra con contenidos altos en superficie y medios en profundidad; mientras que el hierro (Fe), reporta niveles altos en todos los horizontes; el manganeso (Mn), presenta cantidades altas en los horizontes superficiales y medias en profundidad. Según los resultados de los análisis químicos y las variable utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 011303)

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen evolución moderada, son moderadamente profundos; con drenaje natural bueno; de texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas; el pH neutro; con contenido bajo de materia orgánica; la capacidad de intercambio de cationes alta, las bases intercambiables bajas y saturación de bases medias. Suelos de fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo está calificado como "ústico", puesto que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", debido a que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 y 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes de moderadamente inclinadas (7 al 12%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada, mediana pedregosidad superficial en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión ligera y las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), con mediana pedregosidad superficial y erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Asimismo, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes

bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos con capacidad de uso agrícola, se debe implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, la intensidad de las mismas debe aumentar conforme aumente la pendiente, dichas prácticas son: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolonga, lo que favorece su desarrollo y evolución. Si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza y dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Para aprovechar la piedra de las áreas con pedregosidad superficial, se pueden elaborar barreras muertas. Además, se recomienda establecer cortinas rompevientos, con el fin de reducir los efectos de la erosión eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Un manejo adecuado de los suelos con capacidad de uso agroforestal debe incluir la implementación de fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, con el fin de evitar la erosión hídrica, se recomienda plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Estos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una adecuada cobertura vegetal. De utilizarse para la agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es indispensable que se realicen terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y se debe proteger los taludes con vegetación nativa. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, se recomienda la incorporación de abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos, restos de cosecha. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Al tomar en cuenta los microelementos y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse en forma foliar Cobre. Estos suelos necesitan riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011303)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases AQBc y AQBc1 pertenecen a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-4; las fases AQBd y AQBd1 pertenecen a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-4; la fase AQBd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-2; la fase AQBdp1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-3, todas las fases son de vocación agrícola. Las fases AQBe1 y AQBe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-6, poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 011001, PI 011028)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuacion.

En un 15% del total del área, los suelos **Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 011001),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad aparente es baja en superficie. La porosidad es baja en superficie y media en profundidad. La humedad aprovechable es baja. El pH es ligeramente ácido en el perfil. La materia orgánica (MO), presenta valores bajos. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos en superficie y medios en profundidad. La saturación de bases (SB), tiene valores bajos. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del total del área, los suelos **Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 011028),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad aparente baja en primer y segundo horizonte y media porosidad total. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en el segundo. El pH es fuertemente ácido en el primer y segundo horizonte, moderadamente ácido en el tercero y ligeramente ácido en el cuarto. La materia orgánica (MO), presenta valores bajos en el perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee niveles altos en superficie y medios en profundidad. La saturación de bases (SB), tiene valores altos en superficie y medios en profundidad. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.6 Unidad AQC

Consociación Monte Bello: Vertic Haplustalfs, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011307.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Alfisol y se encuentran a inmediaciones de la finca El Pensamiento, del municipio de Fraijanes. La unidad cartográfica abarca una extensión de 624 hectáreas. En la Figura 4.202, se muestra un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.202 Lomas con cultivo de café bajo sombra. Municipio de Fraijanes (Foto: R. Pacheco 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.0 °C; 1,045 mm de precipitación y una altitud media de 1,350 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp) entre otras. Como se observa en la Figura 4.202, el uso principal es agrícola.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% de la superficie por los suelos Vertic Haplustalfs, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011307). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificiados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Monte Bello presenta las siguientes fases:

- **AQCd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 298 ha.
- **AQCe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. La unidad tiene una superficie de 326 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011307)

En la Figura 4.203, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

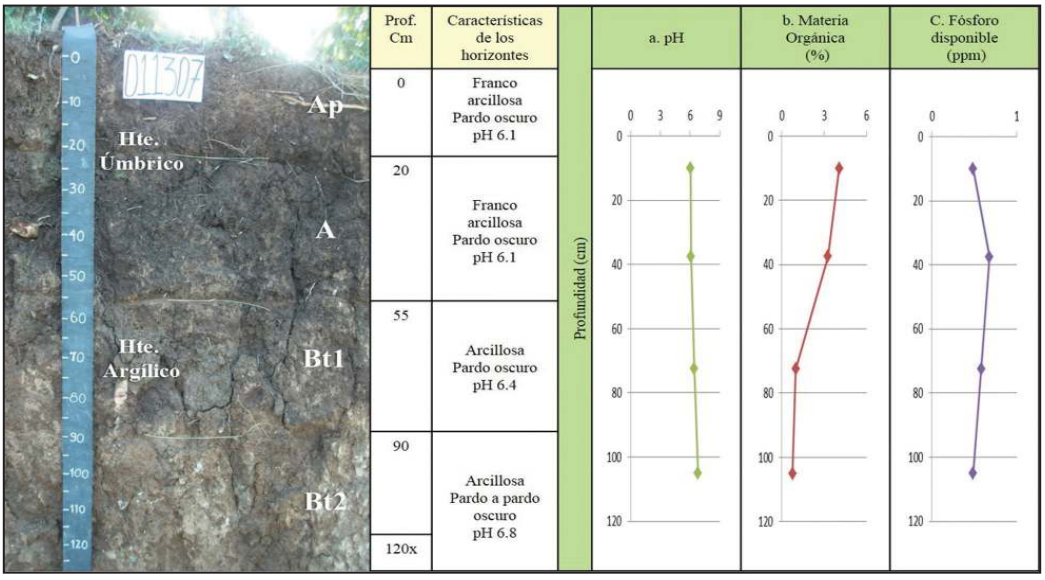


Figura 4.203 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011307) de la Consociación Montebello. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011307)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Monte Bello
Símbolo		AQC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Argílico
Taxonomía del suelo		**Vertic Haplustalfs, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Fraijanes
	Aldea	El Pensamiento
	Caserío, sector, sitio, finca	El Pensamiento, a 1.2 kms entrada de la finca
	Coordenadas planas	X: 504676
		Y: 1596584
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,270
	Línea de vuelo No.	229
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras, ceniza volcánicas y pómez
Altitud		1,506 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,000 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	15.5
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Presencia de material compactado y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		No hay
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		13-12-2011

En observaciones realizadas en áreas cercanas donde se realizó la calicata se reporta vegetación natural representada por las especies pino y encino.

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
20 – 55 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
55 – 90 cm Bt1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques angulares, medios, moderados; frecuentes cutanes, medianamente espesos, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en cavidades y planos; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros, medianos; pocas raíces, gruesas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
90 – 120 cm Bt2	Color en húmedo pardo a pardo oscuro (7.5YR4/3); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques angulares, medios, moderados; frecuentes cutanes, medianamente espesos, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en cavidades y planos; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros, medianos; pocas raíces, gruesas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011307)

Cuadro 4.225. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011307)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.74	1.94	73.01	33.03	28.59	27.27	26.80	23.80	15.50	37.63	24.22	61.86
20-55	0.81	2.51	74.23	33.45	29.01	28.52	27.18	23.53	16.25	41.26	26.47	67.73

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			COEL	
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	Valor	Calific.
0-20	15.51	13.09	-	-	-	-	-
20-55	15.27	12.76	-	-	-	-	-
55-90	-	-	55.51	37.89	17.71	0.11	Alto

Cuadro 4.226. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011307)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	37.76	28.22	34.02	FAr	Ar	-	6.1	2.14	4.07	-	-	-	0.48	7.64	Alta
20-55	39.93	27.81	32.26	FAr	Ar	-	6.1	1.72	3.27	-	-	-	0.68		
55-90	27.68	22.88	49.44	Ar	Ar	-	6.4	0.52	0.99	-	-	-	0.58		
90-120	18.52	39.10	42.38	Ar	Ar	-	6.8	0.40	0.76	-	-	-	0.48		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	34.82	11.12	23.70	11.12	7.60	1.86	1.50	0.15	-	21.83	5.34	4.31	0.44	0.0
20-55	34.23	13.02	21.21	13.02	8.97	2.68	1.00	0.37	-	26.19	7.83	2.94	1.07	0.0
55-90	29.51	10.16	19.34	10.16	6.13	2.15	1.57	0.31	-	20.78	7.29	5.31	1.06	0.0
90-120	28.92	10.70	18.22	10.70	6.97	1.78	1.59	0.36	-	24.11	6.15	5.49	1.25	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-20	31.94	1.25	5.60	25.80	87.84
20-55	38.04	1.16	4.13	27.96	40.46
55-90	34.45	3.84	2.78	15.03	28.15
90-120	37.00	2.70	3.87	21.07	10.34

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011307)

Estos suelos son de alta evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.203 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); A (35 cm de espesor); Bt1 (35 cm de espesor) y Bt2 (30 cm de espesor); el horizonte **Ap,** es de color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** muestra color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bt1,** tiene color pardo oscuro, textura (de

laboratorio) arcillosa, estructura en bloques angulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo firme y procesos de translocación de arcillas (argilanes). El horizonte **Bt2,** presenta color pardo a pardo oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques angulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo firme y procesos de translocación de arcillas (argilanes).

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.225 y la granulometría que se muestra en el Cuadro 4.226, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas. La densidad real presenta valores bajos (1.94 a 2.51 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos en el perfil (0.74 a 0.81g/cc). La porosidad total en el perfil es muy alta (62 a 68%); entre el 38% y el 41% corresponden a los macroporos y entre el 24% y 26% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporisdad responsables de la buena permeabilidad, infiltración, movimiento de aire, drenaje y baja retención de humedad (13%), esto se traduce en poca agua disponible para las plantas.

Presenta un coeficiente de extensibilidad lineal alto (0.11), valor indicativo de presencia de procesos de expansión y contracción debido a las arcillas expandibles en el horizonte de acumulación (Bt), esto tiene relación por la presencia de material compactado a los 55 cm, lo que impide la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.226, los suelos tienen un pH ligeramente ácido (6.1 a 6.4) hasta el tercer horizonte, y neutro (6.8) en el último, adecuados para la mayoría de las plantas. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores medio (4.07%) en superficie y bajos (0.76%) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (34.82 a 29.51 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, esto indica buena capacidad de los suelos para la retención y disponibilidad de nutrientes. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (13.02 a 10.16 meq/100 g de suelo), considerados como deficientes, es indispensable suplementarse. La saturación de bases (SB), es baja (32%) en el primer horizonte y media (37%) en los otros horizontes.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen niveles bajos en todos los horizontes; mientras que el potasio (K), reporta valores altos en el perfil. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas; respecto al magnesio (Mg), reporta valores medios en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), reporta valores bajos en superficie y medios en profundidad; referente al zinc (Zn), se encuentra en cantidades altas en el primer horizonte, medias en el segundo y cuarto y bajas en el tercero; el hierro (Fe), y el manganeso (Mn), tienen contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011307)

Suelos derivados de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen evolución alta, son moderadamente superficiales; drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, con horizontes argílicos (acumulación de arcillas) que presentan a los 55 cm material compactado; pH ligeramente ácido, contenido de materia orgánica medios, capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables medias y saturación de bases bajas. Fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", puesto que la temperatura edafica oscila entre 15.0 y 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se originan de las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera, presencia de materiales compactados y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Los suelos de la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera, son de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Además, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos semi-intensivos.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión ligera, tiene capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, las recomendadas son: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza o utilizar el arado de cinceles para no incrementar la compactación del suelo, este sistema de arados abre pequeñas zanjas que permiten se incremente la humedad y la entrada de materia orgánica con lo que se mejoran las características físicas del suelo. Se recomienda dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Así mismo se recomienda establecer cortinas rompevientos, con el fin de reducir los efectos de la erosión eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con pendientes bajas con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Para un manejo adecuado de los suelos con capacidad de uso agroforestal se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, dichas prácticas pueden ser: plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, ya que con esto se reduce la escorrentía provocada por las lluvias, se reduce la erosión hídrica y se mejora la infiltración del agua de lluvia en el perfil, esto permite que permanezca húmedo, favoreciendo su desarrollo. Es importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una buena cobertura vegetal. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo.

Respecto a su fertilidad, se recomienda incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo, incorporando abonos verdes que provengan de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos y restos de cosecha. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Tomando en cuenta los microelementos y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse en forma foliar Cobre. Estos suelos necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011307)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase AQCd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-5, posee vocación agrícola. La fase AQCe1 pertenece a la clase VI, suclase VI p y grupo de manejo VI p-5, posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.4.7 Unidad AQD

Consociación Pamocá: Typic Humustepts familia fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011105. Símbolo

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Cerro Alto, caseríos Los Caneles, Los Patzanes, Los Sajquil, Realgüit, Sacsuy y finca El Mirador, del municipio de San Juan Sacatepéquez; cerro Las Granadillas, caseríos El Ciprés, Las Parcelas y Lo de Boc, fincas El Carmen y El Limón, y aldea Pamocá, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,934 hectáreas. En la Figura 4.204, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.204 Lomas con bosque conífero. Municipio de San Raimundo (Foto: R. Pacheco 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.8 °C; 1,278 mm de precipitación y una altitud media de 1,568 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.204, la cobertura vegetal es bosque conífero.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de la superficie, por los suelos Typic Humustepts familia fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011105); en un 15% del área, por los suelos Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 011033); en un 5% de la superficie, por los suelos Typic Ustorthents, familia fragmental, isotérmica (perfil inclusión, PI 011111). El 5% del área restante, está ocupda por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Pamocá presenta las siguientes fases:

- **AQDd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 510 ha.
- **AQDd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. La fase tiene una superficie de 263 ha.
- **AQDe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 1,161 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011105)

En la Figura 4.205, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

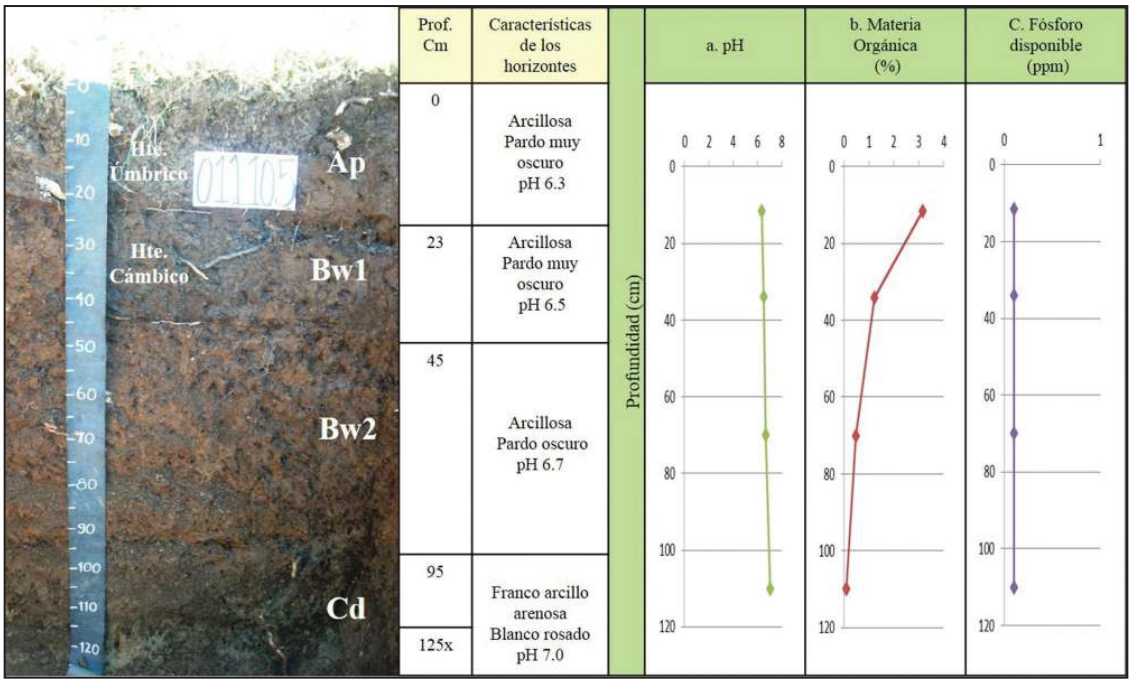


Figura 4.205 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011105) de la Consociación Pamocá. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011105)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Pamocá
Símbolo		AQD
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts familia fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Raimundo
	Aldea	Pamocá
	Caserío, sector, sitio, finca	Pamocá
	Coordenadas planas	X: 491512
		Y: 1634818
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,421
	Línea de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita
Altitud		1,604 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,276 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	95 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada, presencia de material compactado y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, pastos naturales
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		09-12-2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 23 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
23 – 45 cm Bw1	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares finos, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
45 – 95 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro, limite claro y plano.
95 – 125 cm Cd	Color en húmedo blanco rosado (2.5Y4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, neutro.
Observaciones	*Presencia de material compactado a 95 cm y nódulos oscuros, posiblemente de manganeso.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011105)

Cuadro 4.227. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011105)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	1.33	2.45	72.97	29.42	26.84	25.65	21.91	18.84	17.53	28.90	16.82	45.71
23-45	0.93	1.96	81.72	32.89	31.60	28.20	27.88	25.19	24.44	32.23	20.32	52.55
45-95	0.9	2.36	69.75	38.56	35.56	32.79	31.48	27.80	25.62	30.32	31.54	61.86

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			COEL	
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	Valor	Clasific.
0-23	18.92	9.31	-	-	-	-	-
23-45	23.86	7.16	-	-	-	-	-
45-95	38.1	9.94	60.25	39.88	20.36	0.11	Alto

Cuadro 4.228. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011105)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Al tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-23	37.06	22.3	40.64	Ar	FAr	-	6.3	1.66	3.16	-	-	-	0.10	7.37	Alta
23-45	35.6	24.2	40.2	Ar	FAr	-	6.5	0.64	1.22	-	-	-	0.10		
45-95	23.65	33.46	42.89	Ar	Ar	-	6.7	0.25	0.47	-	-	-	0.10		
95-125	52.00	26.6	21.4	FArA	AF	-	7.0	0.04	0.08	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	24.20	9.79	14.40	9.79	5.08	3.55	0.98	0.18	-	20.99	14.67	4.07	0.74	0.0
23-45	25.97	8.35	17.62	8.35	4.50	2.97	0.49	0.38	-	17.34	11.45	1.90	1.46	0.0
45-95	30.69	9.34	21.35	9.34	4.90	3.37	0.43	0.64	-	15.98	10.97	1.40	2.09	0.0
95-125	16.52	6.06	10.47	6.06	2.77	2.48	0.36	0.44	-	16.77	15.02	2.19	2.69	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-23	40.47	2.99	2.48	82.55	2.97	-	-	-	-	-
23-45	32.16	3.42	2.68	106.15	3.41	-	-	-	-	-
45-95	30.43	4.76	7.66	69.01	4.75	-	-	-	-	-
95-125	36.66	1.62	2.26	110.87	1.61	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011105)

Estos suelos son de evolución pedogenética moderada. De acuerdo con la Figura 4.205 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (23 cm de espesor); Bw1 (22 cm de espesor); Bw2 (50 cm de espesor) y Cd (30 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo muy oscuro, textura (de laboratorio)

arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** muestra color pardo muy oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** tiene color pardo oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd,** presenta color blanco rosado, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.227 y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.228, los suelos presentan texturas (de laboratorio) finas. La densidad real presenta valores bajos (2.45 g/cc) a altos (2.96 g/cc). La densidad aparente varia en el perfil de media (1.33g/cc) en el primer horizonte a muy baja (0.90 g/cc) en los demás.

La porosidad total varía el perfil de alta (46%) en el horizonte superficial a muy alta (62%) en los demás; entre el 29% y el 30% corresponden a los macroporos y el 17% y 32% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad responsables de la buena permeabilidad, infiltración, aireación y drenaje. La retención de humedad es muy baja (9% a 10%), por lo cual, el agua disponibles para las plantas es deficiente. Presenta materiales compactados a los 95 cm de profundiad, limitante física para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.228, los suelos tienen un pH ligeramente ácido (6.3) en los primeros horizontes, y neutro (7.0) en los demás, considerados adecuado para el desarrollo vegetativo de la mayoría de las plantas. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.16%) en el primer horizonte y bajo (0.08%) en los demás.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (30.69 meq/100 g de suelo) hasta el tercer horizonte y media (16.52 meq/100 g de suelo) en el cuarto, datos buenos para la retención e intercambio de nutrientes entre el suelo y las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos (9.79 a 6.06 meq/100 g de suelo), considerados como deficientes, es indispensable suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de media (40.47%), en el primer horizonte a baja (30.43%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todos los horizontes; el potasio (K), presenta contenidos altos excepto en el cuarto horizonte donde es medio. De los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades medias excepto el cuarto horizonte donde son bajas; el magnesio (Mg), reporta valores altos en el primer y tercer horizonte y medios en los demás.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), reporta valores medios en el primero y segundo horizonte, altos en el tercero y bajos en el cuarto; el zinc (Zn), se encuentra en cantidades bajas excepto en el tercer horizonte donde son altas; el hierro (Fe), presenta contenidos altos en todos los horizontes; el manganeso (Mn), tiene valores bajos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 011105)

Suelos derivados de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita, de evolución moderada, son moderadamente profundos; drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) finas, con materiales compactados a los 95 cm; pH ligeramente ácido, contenido de materia orgánica medio. La capacidad de intercambio de cationes tiene

altos valores; bases intercambiables bajas y saturación de bases medias. Fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo está calificado como "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", pues que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Los suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), erosión ligera y moderada, son de capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Igualmente, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos semi-intensivos.

Los suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión ligera, tiene capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como sistemas extensivos silvopastoriles.

Para un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, en las que se incluya: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, se recomienda establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolonga, lo que favorece su desarrollo y evolución. Si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza y dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Se recomienda establecer cortinas rompevientos, ya que estas ayudan a minimizar los efectos de la erosión eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Un adecuado manejo de los suelos con capacidad de uso agroforestal debe incluir fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, se debe plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior del perfil. Mantener una buena cobertura vegetal. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo.

Respecto a su fertilidad, se recomienda la incorporación de abonos verdes que provengan de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos y restos de cosecha, y así también se mejora la retención de humedad del suelo, la cual esta reportada como muy baja. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Tomando en cuenta los microelementos y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse en forma foliar Cobre, Zinc y Manganeso. Estos suelos necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011105)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase AQDd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-4, AQDd2 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV pe-2, ambas poseen vocación agrícola. La fase AQDe1 pertenece a la clase VI, suclase VI p y grupo de manejo VI p-6, posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 011033, PI 011111)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación.

En un 15% del total del área, contiene el suelo **Typic Ustorthents, familia franca fina, superactiva, no ácida, isotérmica (PI 011033),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente media y media porosidad total. La humedad aprovechable es baja. El pH es muy fuertemente ácido en el primer y segundo horizonte y moderadamente ácido en el tercero. La materia orgánica (MO), tiene valores bajos en todos los horizontes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en el primer y segundo horizonte y media en el tercero. La saturación de bases (SB), tiene valores bajos en el primer y segundo horizonte y alta en el tercero. La fertilidad natural es baja (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

El 5 % del total del área, contiene el suelos **Typic Ustorthents, familia fragmental, isotérmica (PI 011111),** se caracterizan por ser muy superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo y media porosidad total en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es baja en el primer y segundo horizonte. El pH es fuertemente ácido. La materia orgánica (MO), se encuentra alta en el primer horizonte y baja en el segundo. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en el primer horizonte y media en el segundo. La saturación de bases (SB), es media. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.8 Unidad AQE

Consociación Lo de Boc: Ultic Haplustalfs, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica, perfil modal 011110.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Alfisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Chillaní, paraje La Providencia y colonia Lo de Boc, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 333 hectáreas. En la Figura 4.206, se muestra un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.206 Lomas con bosque conífero. Municipio de San Raimundo (Foto: C. García 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.7 °C; 1,290 mm de precipitación y una altitud media de 1,423 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.206, la cobertura vegetal es bosque natural conífero.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve terraza.

La unidad cartográfica está compuesta en un 80% de la superficie, por los suelos Ultic Haplustalfs, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica (perfil modal 011110) y en el 20% del área restante, por los suelos Typic Dystrustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión 011103).

La Consociación Lo de Boc presenta las siguientes fases:

- **AQEc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 16 ha.
- **AQEd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 317 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011110)

En la Figura 4.207, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

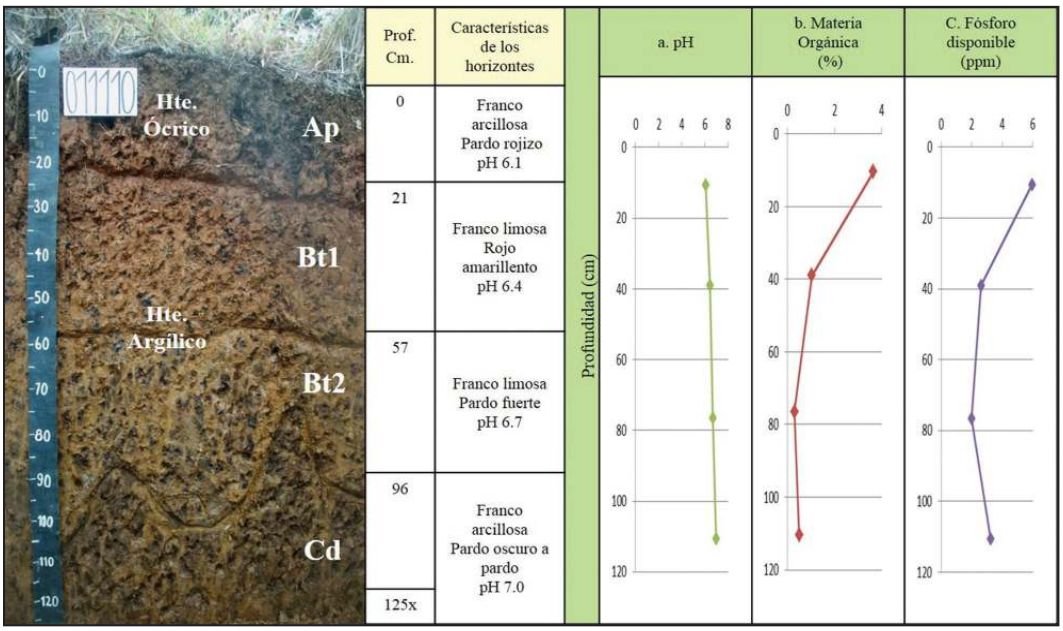


Figura 4.207 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011110) de la Consociación Lo de Boc. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011110)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Lo de Boc
Símbolo		AQE
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Argílico
Taxonomía del suelo		**Ultic Haplustalfs, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Raimundo
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Ciudad Jardín, Colonia Lo de Boc
	Coordenadas planas	X: 495121
		Y: 1629370
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,473
	Línea de vuelo No.	218
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Rocas cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita
Altitud		1,441 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,280 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	17.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	57 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Presencia de material compactado y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, roble, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		8-12-2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 21 cm Ap	Color en húmedo pardo rojizo (5YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, fuertes; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
21 – 57 cm Bt1	Color en húmedo rojo amarillento (5YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, muy gruesos, fuertes; frecuentes cutanes, delgados, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en paredes y planos; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
57 – 96 cm Bt2	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, gruesos, fuertes; frecuentes cutanes, delgados, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en paredes y planos; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro e irregular.
96 – 125 cm Cd	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderado al H_2O_2; pH 7.0, neutro.
Observaciones	*Los horizontes Bt, además de argilanes presentan concreciones o nódulos oscuros y rojizos de hematita (ferranes).*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil modal (PM 011110)

Cuadro 4.229. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011110)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-21	0.67	1.78	63.39	29.77	28.68	23.70	22.33	19.00	18.84	34.15	28.21	62.36
21-57	1.00	1.76	40.69	34.85	34.31	33.66	28.56	18.36	3.62	6.77	36.41	43.18

Profundidad	Humedad gravimetrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			COEL	
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	Valor	Calificación
0-21	15.84	9.84	62.59	40.26	22.33	0.12	Alta
21-57	27.25	30.69	50.59	32.25	18.34	0.11	Alta

Cuadro 4.230. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011110)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-21	42.42	22.15	35.43	FAr	Ar	5.00	6.1	1.92	3.65	-	-	-	5.97	7.22	Alta
21-57	22.09	67.18	10.73	FL	ArL	5.00	6.4	0.54	1.03	-	-	-	2.62		
57-96	34.39	55.69	9.92	FL	ArL	5.00	6.7	0.15	0.29	-	-	-	1.99		
96-125	43.1	23.55	33.35	FAr	ArL	5.00	7.0	0.26	0.49	-	-	-	3.25		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-21	27.15	8.67	18.47	8.67	5.41	2.37	0.66	0.23		19.93	8.73	2.44	0.85	0.0
21-57	23.61	7.33	16.28	7.33	3.49	2.75	0.86	0.23		14.80	11.65	3.63	0.98	0.0
57-96	59.61	7.63	51.97	7.63	3.67	2.74	0.74	0.48		6.16	4.60	1.23	0.81	0.0
96-125	21.25	7.47	13.77	7.47	3.55	2.74	0.60	0.59		16.69	12.89	2.81	2.79	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-21	31.95	2.49	1.42	44.44	48.02	-	-	-	-	-
21-57	31.06	2.62	0.60	51.58	36.57	-	-	-	-	-
57-96	12.81	2.73	3.22	82.24	27.50	-	-	-	-	-
96-125	35.17	4.11	5.76	150.95	20.72	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.231. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil modal (PM 011110)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-21	21-57	57-96
Interestratificados	tr	tr	-
Micas	++	+	+
Caolinita	+++	+++	+
Goetita	tr	tr	tr
Cristobalita	tr	tr	tr

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-21	21-57	57-96
Material no cristalino	++	++	+++
Metahaloisita	tr	+	+++

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)		
	00-21	21-57	57-96
Feldespatos	58	68	78
Vidrio volcánico	1	2	1
Cuarzo	16	4	4
Hornblenda	6	3	6
Hiperstena	7	tr	tr
Diópsido	tr	tr	tr
Biotita	1	2	tr
Muscovita	tr	1	1
Magnetita	10	4	5
Hematita	1	8	1
Circón	tr	-	-
Granos alterados	tr	11	2
Fragmentos de toba	tr	tr	Tr
Lamprobolita	tr	tr	1

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

En la Figura 4.209, se muestra la tasa de infiltración del agua en el suelo, del perfil modal (PM 011110), la cual se mide como el "flujo vertical del agua en las primeras capas del suelo" (ver detalles de la infiltración en el inciso D).

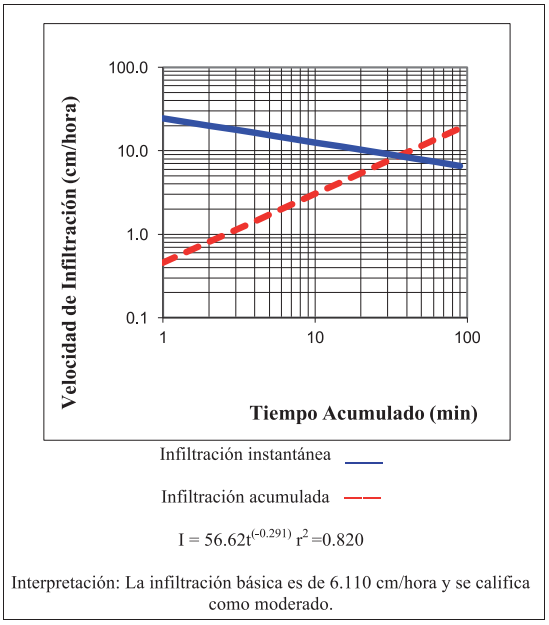


Figura 4.209 Lámina infiltrada acumulada e instantánea de las pruebas para los suelos de la Consociación Lo de Boc. Perfil modal (PM 011110)

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011110)

Estos suelos son de evolución pedogenética alta. De acuerdo con la Figura 4.207 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (21 cm de espesor); Bt1 (31 cm de espesor); Bt2 (39 cm de espesor) y Cd (29 cm de espesor). El horizonte **Ap,** es de color pardo rojizo, textura (de laboratorio) franco arcillosa (de laboratorio), estructura en bloques angulares, fuertemente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bt1,** muestra color rojo amarillento, textura (de laboratorio) franco limosa, estructura en bloques angulares, fuertemente desarrollados, consistencia en húmedo friable y procesos de translocación de arcillas (argilanes). El horizonte **Bt2,** tiene color pardo fuerte, textura (de laboratorio) franco limosa, estructura en bloques angulares, fuertemente desarrollados, consistencia en húmedo firme y procesos de translocación de arcillas (argilanes). El horizonte **Cd,** presenta color pardo oscuro a pardo, textura (pipeta) franco arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.229 y la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.230, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos (1.78 a 1.76 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos en el perfil (0.67 a 1.00 g/cc). La porosidad total en el perfil varia de muy alta (62%) en el primer horizonte a media (43%) en los demás; entre el 34% y el 7% corresponden a los macroporos y entre el 28% y 36% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macroporos sobre los microporos en el primer horizonte, pero se invierten estas apreciaciones en el segundo. Estos valores se pueden interpretar como moderados para la permeabilidad, infiltración, aireación y drenaje. La retención de humedad varía en el perfil de baja (10%) en el horizonte superficial a media (31%) en los demás. Presentan coeficiente de extensibilidad lineal alto (0.12 a 0.11), valor indicativo de presencia de procesos de expansión y contracción. El suelo muestra material compactado a los 57 cm, limitantes para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.230, los suelos tienen pH ligeramente ácido (6.1) en el primer y segundo horizonte, y neutro (7.0) en los demás, valores considerados adecuados para la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.65%) en el primer horizonte y bajo (0.29%) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (59.61 a 23.61 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, lo que permite deducir que el suelo tiene buen potencial para retención e intercambio de nutrientes. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos (8.67 a 7.33 meq/100 g de suelo), considerados como deficientes, es indispensable suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de baja (32%) en superficie a baja (31%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en todos los horizontes; el potasio (K), reporta valores altos en el perfil. De los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas; el magnesio (Mg), reporta valores medios en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), reporta valores medios del primer al tercer horizonte y altos en el último; el zinc (Zn), presenta valores bajos en los primeros dos horizontes y medios en el resto del perfil; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), tienen contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

De acuerdo con el de Cuadro 4.231, de los resultados de los análisis **mineralógicos**, en la fracción arcilla, hay

abundancia de caolinita y en menores proporciones materiales interestratificados, micas, goetita, cristobalita, material no cristalino y metahaloisita. En la composición de la fracción arena, dominan los feldespatos seguidos por el cuarzo, y en menores proporciones vidrio volcánico, hornblenda, hiperstena, diópsido, biotita, muscovita, magnetita, hematita, circón, granos alterados, fragmentos de toba y lamprobolita.

En la Figura 4.208, se presenta la gráfica de infiltración de agua realizada en el perfil modal 011110, la cual se ha determinado como moderada (ver detalles en el Anexo D).

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 011110)

Suelos derivados de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodioritatefras, de evolución alta, son moderadamente superficiales; con drenaje natural bueno; de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, presencia de material compactado; el pH ligeramente ácido, contenido de materia orgánica medio, capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables y saturación de bases bajas. Fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo está calificado como "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", debido a que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son las pendientes moderadamente inclinadas (3 al 7%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), material compactado a los 57 cm, erosión ligera y las deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión ligera y la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Asimismo, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos.

Para un adecuado manejo de estos suelos se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, la intensidad de estas debe aumentar conforme aumenta la pendiente, se debe sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza o utilizar el arado de cinceles para no incrementar la compactación del suelo y abrir pequeñas zanjas que permitirán que se incremente la humedad y la entrada de materia orgánica, con lo que se mejoran las características físicas del suelo. Asimismo, se recomienda dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. También se recomienda establecer cortinas rompevientos, con el fin de reducir los efectos de la erosión eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los

elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Considerando los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011110)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase AQEc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-6, AQEd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-5, ambas poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011103)

Esta unidad cartográfica contiene, en un 20% de su superficie, la inclusión del suelos **Typic Dystrustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 011103)**, se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente baja y media porosidad total en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es baja. El pH del suelo es neutro hasta el tercer horizonte y moderadamente ácido en el último. La materia orgánica (MO), tiene valores bajos en todos los horizontes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media en el primer, segundo y último horizonte y alta en el tercero La saturación de bases (SB), es media en el tercer horizonte y alta en los demás. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.9 Unidad AQF

Consociación Valle de la Ermita: Pachic Haplustolls, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica, perfil modal 011501

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones de la ciudad de Guatemala, se localizan en la finca Santa Clotilde y paraje Plan de Majunchal, del municipio de Amatitlán. En las fincas Caleras del Norte, París; paraje el Sausalito, aldeas Jocotales y Sacojito, del municipio de Chinautla. A inmediaciones de las fincas El Amparo, El Incienso, El Portillo, El Recreo, El Rincón del Mandamiento, El Rinconcito, El Rosario Naranjo, El Tesoro, Gracias a Dios, La Sabana, Las Pilas, Los Amates, Los Dardanelos, Monterrey, San Rafael La Laguna, Santa Amelia, Santa Clotilde; los caseríos El Bebedero, El Incienso, El Jagüey, La Pradera, Las Delicias, Las Vacas, Pueblo Ralo; las aldeas Las Canoítas, las Tapias y cerro El Carmen, del municipio de Guatemala. Dentro de las fincas El Carmen, Magueyes, San José El Rosario, San Nicolás Naranjo, Santa Bárbara, Santa Cristina, El Zapote; en los caseríos Cotio, El Rodeo, La Brigada, La Comunidad, Lo de Coy, Sacoj Chiquito; en las aldeas Lo de Fuentes y Sacoj del municipio de Mixco.

Finca San Jorge; caserío Potrero Grande y aldea los Tecomates, del municipio de Palencia. Finca El Carmen Guillén y caserío Buena Vista, del municipio de San Miguel Petapa. En las fincas El Bucarito, El recuerdo, El Rehilete, La Trinidad, las ilusiones, Lo de Castillo, San José lo de Ortega, Santa Rosalía, paraje Estrella; caseríos Lo de Carranza, Lo de Molina, San José Lo de Ortega y hacienda Los Sanjuaneros, del municipio de San Juan Sacatepéquez. Finca San José Lo de Molina, del municipio de san Pedro Sacatepéquez. En el caserío

Los López, del municipio de San Raimundo. En la aldea El Pueblito, del municipio de Santa Catarina Pinula. Fincas Las Mercedes y San Agustín Arrazola, del municipio de Villa Canales. Dentro de las fincas Bárcenas, Concepción, El Paraíso, El Zarzal Guillén, Las Lomas, San Antonio El Frutal; caseríos Bárcenas, Najerita, Ramírez, San José y Villalobos, del municipio de Villa Nueva. Esta unidad cubre extensión de 18,223 hectáreas. En la Figura 4.209, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.209 Terraza en áreas urbanas y cultivos con arbolado dispero. Municipio de Villa Nueva (Foto: C. García, 2010)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.8 °C; 1,150 mm de precipitación y una altitud media de 1,482 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y roble (*Quercus* spp) y Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB) caracterizadas por las especies de roble (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote *(Pinus montezumae*) y pino colorado (*Pinus oocarpa),* entre otras. Como se observa en la Figura 4.209, el uso principal que no está ocupado por zonas urbanas es la agricultura y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras, (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente planas (0 al 3%), ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), en el paisaje de altiplano hidro-volcánico y en tipo de relieve de Terraza.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% por los suelos Pachic Haplustolls, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011501), en un 15% por los suelos Typic Durustepts, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011112) y 10% del área restante por los suelos Vertic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010312).

La Consociación Valle de la Ermita presenta las siguientes fases:

- **AQFa:** Caracterizada por pendientes ligeramente planas (0 al 3%), sin erosión. La fase tiene una superficie de 5,206 ha.
- **AQFa1:** Caracterizada por pendientes ligeramente planas (0 al 3%), erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 897 ha.
- **AQFb:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), sin erosión. La fase tiene una superficie de 3,282 ha.
- **AQFb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 6,047 ha.
- **AQFb2:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), erosión de grado moderado. La fase tiene una superficie de 525 ha.
- **AQFc:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), sin erosión. La fase tiene una superficie de 219 ha.
- **AQFc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 1,924 ha.
- **AQFc2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión de grado moderado. La fase tiene una superficie de 123 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011501)

En la Figura 4.210, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

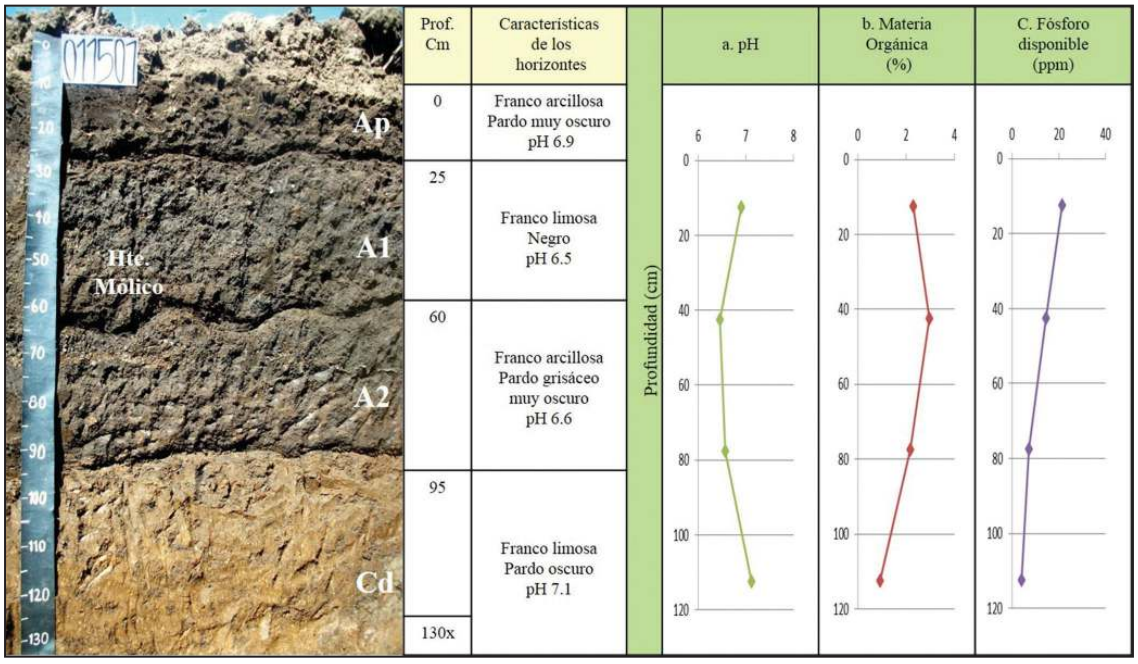


Figura 4.210 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011501) de la Consociación Valle de la Ermita. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible. (Foto: C. García, 2010)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011501)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Valle de la Ermita
Símbolo		AQF
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Pachic Haplustolls, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Nueva
	Aldea	Bárcenas
	Caserío, sector, sitio, finca	Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-
	Coordenadas planas	X: 0488292
		Y: 1607600
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,830
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro - volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Tefras, ceniza volcánicas y pómez
Altitud		1,424 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	902 mm
	Temperatura promedio anual	19.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Úatico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	95 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Rábano, repollo, acelga, coliflor
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente inclinada, presencia de material compactado, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Relictos de bosque natural con las especies de pino, ciprés, encino. Pastos naturales
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		29-11-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite claro y ondulado.
25 – 60 cm A1	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
60 – 95 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
95 – 130 cm Cd	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, neutro.
Observaciones	*Micromorfológicamente los horizontes A1 y A2, presentan en lugares aislados, revesatimientos arcillosos (argilanes) en pocas cantidades.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil modal (PM 011501)

Cuadro 4.232. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011501)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.30	1.88	54.90	26.31	25.29	21.90	20.12	19.76	15.30	16.64	14.21	30.85
25-60	0.70	1.87	68.91	35.62	34.51	27.99	21.84	19.01	16.31	31.24	31.33	62.57

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-25	20.21	10.00	-	-	-	-
25-60	34.43	18.20	-	-	-	-

Cuadro 4.233. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011501)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	32.18	34.54	33.28	FAr	Ar	-	6.9	1.20	2.28	-	-	-	21.43	8.32	Alta
25-60	21.07	54.76	24.17	FL	Ar	-	6.5	1.56	2.96	-	-	-	14.47		
60-95	32.11	34.89	33.00	FAr	Ar	-	6.6	1.14	2.17	-	-	-	7.23		
95-130	20.48	70.52	9.00	FL	ArL	-	7.1	0.48	0.91	-	-	-	4.07		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	28.33	18.49	9.83	18.49	12.04	4.04	1.90	0.51	-	42.51	14.25	6.72	1.80	0.0
25-60	31.87	20.75	11.12	20.75	13.24	4.99	1.96	0.56	-	41.55	15.64	6.15	1.75	0.0
60-95	30.69	18.91	11.78	18.91	11.06	5.38	1.94	0.53	-	36.04	17.51	6.31	1.74	0.0
95-130	38.95	20.31	18.64	20.31	10.25	7.29	2.08	0.69	-	26.33	18.72	5.34	1.77	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	65.29	3.48	8.74	27.27	52.27	-	-	-	-	-
25-60	65.10	2.92	7.57	34.95	35.65	-	-	-	-	-
60-95	61.60	4.98	4.40	98.03	42.43	-	-	-	-	-
95-130	52.15	2.95	0.57	58.89	28.87	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.234. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil modal (PM 011501)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-25	25-60	60-95
Material no cristalino	+++	+++	+++
Metahaloisita (haloisita)	++	++	++
Feldespatos	++	++	++
Cristobalita	tr	tr	tr

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)		
	00-25	25-60	60-95
Feldespato	55	61	56
Vidrio volcánico	15	15	4
Hornblenda	4	1	2
Hiperstena	9	10	19
Diópsido	1	tr	tr
Lamprobolita	tr	tr	tr
Biotita	1	tr	1
Magnetita	9	6	12
Hematita	2	4	5
Fragmentos de toba	6	3	6
Fitolitos	1	tr	-

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

En la Figura 4.211 se muestra la tasa de infiltración del agua en el suelo, del perfil modal (PM 011501), la cual se mide como el "flujo vertical del agua en las primeras capas del suelo" (ver detalles de la infiltración en el inciso D).

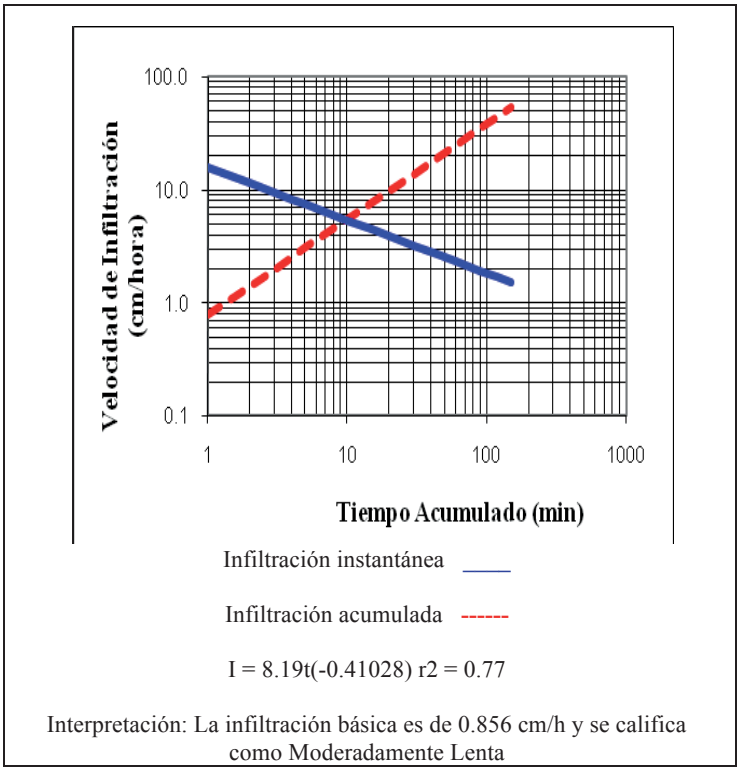


Figura 4.211 Lámina infiltrada acumulada e instantanea de las pruebas para los suelos de la Consociación Valle de la Ermita. Perfil modal (PM 011501)

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011501)

Estos suelos poseen evolución pedogenética moderada. De acuerdo con la Figura 4.210 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclaturas Ap (25 cm de espesor); A1 (35 cm de espesor); A2 (35 cm de espesor) y Cd (35 cm de espesor). El horizonte **Ap,** exhibe color en húmedo pardo muy oscuro, de textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A1,** posee color en húmedo negro, de textura (de laboratorio) franco limosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A2,** exhibe un color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, de textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd,** es de color en húmedo pardo oscuro, de textura (de laboratorio) franco limosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** de los suelos indicados en el Cuadro 4.232, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.233; los suelos poseen texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real presenta valores bajos (1.88 a 1.87 g/cc). La densidad aparente varia en el perfil de baja (1.30 g/cc) en el horizonte superficial a muy baja (0.70 g/cc) en los demás.

La porosidad total varía en el perfil de media (31%) en superficie a muy alta (63%) en profundidad; entre 17% a 31% corresponde a los macroporos y entre el 14% a 31% a los microporos; estos valores muestran un ligero dominio de la macroporosidad sobre la microporosidad, los cuales pueden ser responsables de una moderada permeabilidad, infiltración, aireación y drenaje. La retención de humedad es baja (10% a 18%), lo que ocasiona bajos contenidos de agua aprovechable para las plantas. Presencia de material compactado a los 95 cm, aunque limita en la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.233, los suelos tienen un pH neutro (6.9) excepto en el segundo horizonte donde es ligeramente ácido (6.5), estos valores son adecuados para el desarrollo de la mayoría de las plantas. El contenido de materia orgánica (MO), tiene valores bajos (2.96% a 0.91%) en todo el perfil.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos (28.33 a 30.69 meq/100 g de suelo) en todos los horizontes, los cuales se traducen en alto potencial para la retención e intercambio de nutrientes entre el suelo y las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (20.75 a 18.49 meq/100 g de suelo), considerados como insuficientes para el desarrollo de los cultivos, deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (65% a 52%) en todos los horizontes.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), es bajo en todo el perfil; el fósforo (P), disponible presenta valores medios en el primer y segundo horizonte y bajo en los siguientes; mientras que el potasio (K), tiene contenidos altos en todos los horizontes. En cuanto a los cationes, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes al igual que el magnesio (Mg).

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores altos excepto en el cuarto horizonte donde son medios; el Zinc (Zn), posee valores altos en los dos primeros horizontes, medios en el tercero y bajo en el cuarto; respecto al hierro (Fe), exhibe contenidos altos en todos los horizontes; y el manganeso (Mg), tiene valores altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

De acuerdo con el de Cuadro 4.234, de los resultados de los análisis **mineralógicos**, se menciona lo siguiente: en la fracción arcilla son abundantes los materiales no cristalinos y en menores proporciones se encuentra haloisita, feldespatos y cristobalita. En la fracción arena dominan los feldespatos, le sigue el vidrio volcánico y en menores proporciones hiperstena, hornblenda, diópsido, lamprobolita, biotita, magnetita, hematita, fragmentos de toba y fitolitos.

En la Figura 4.211, se presenta la gráfica de **infiltración** de agua realizada en el perfil modal 11501, la cual se ha determinado como moderadamente lenta (Ver detalles en el Anexo D).

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011501)

Suelos derivados a partir de tefras, cenizas volcánicas pómez, de evolución moderada, moderadamente profundos, drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, presencia de material compactado; pH ligeramente ácido; contenido de materia orgánica bajo, capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables medias y saturación de bases altas. Suelos de fertilidad natural alta. Régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. En cuanto al régimen de temperatura edáfica que es "isotérmico", que quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre los valores de 15.0 y 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes de ligeramente planas (0 al 3%) a moderadamente inclinadas (7 al 12%), material compactado, erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Los suelos de la fases con pendientes ligeramente planas (0 al 3%), material compactado y moderadamente inclinadas (3 al 7%), erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agrícola y son aptos para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Además, poseen aptitud para la ganadería.

Para un adecuado manejo de estos suelos, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. También, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería semi-intensiva, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Necesitan riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

Como puede observarse en la Figura 4.211, la infiltración del agua en el perfil se califica como moderadamente lenta.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011501)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase AQFa pertenece a la clase II, subclase II sc y grupo de manejo II sc-1; la fase AQFa1 pertenece a la clase II, subclase II esc y grupo de manejo II esc-1; la fase AQFb pertenece a la clase II, subclase II psc y grupo de manejo II psc-1; la fase AQFb1 pertenece a la clase II, subclase II pes y grupo de manejo II pes-1; las fases AQFc y AQFc1 pertenecen a la clase III, suclase III p y grupo de manejo III p-3, las fases AQFb2 y AQFc2 pertenecen a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-1, todas las fases poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 011112, PI 010312)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 10% del total del área, contiene el suelo **Typic Durustepts, familia franca fina, mezclada, superactiva, isotérmica (PI 011112),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas. Con densidad aparente muy alta en el primer horizonte y alta en el segundo. La porosidad total es baja en todos los horizontes. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo. El pH, es ligeramente ácido en todos los horizontes. La materia orgánica (MO), es baja en todos los horizontes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores medios en el primer horizonte y altos en el segundo. La saturación de bases (SB), es alta en el primer horizonte y baja en el segundo. La fertilidad natural es alta (ver detalles de esta inclusión en el Anexo B).

En un 15% del total del área, contiene el suelo **Vertic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 010312),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas. Con densidad aparente alta en el primer horizonte y baja en el segundo. La porosidad total es baja en el primer horizonte y media en el segundo. La humedad aprovechable es muy baja en todo el perfil. El pH, es ligeramente ácido en el primer y segundo horizonte y moderadamente ácido en el resto del perfil. La materia orgánica (MO), es media en el primer horizonte y baja en el resto de horizontes. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos en el primer y último horizonte y media en los demás. La saturación de bases (SB), alta en el primer horizonte y media en el resto del perfil y la fertilidad natural es alta (ver detalles de esta inclusión en el Anexo B).

4.3.4.10 Unidad AQG

Consociación Los Guajes: Vertic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010104.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Alfisol y se encuentran a inmediaciones de la comunidad San Isidro, del municipio de Guatemala. En las fincas Los Guajes, El Socorro, San José las Brisas; en los parajes Bautista, El Naranjo y caserío Los Guajes, del municipio de Fraijanes. En las fincas Monte Sagrado, El Mirón, Parga, hacienda El Riscal y caserío Parga, del municipio de Villa Canales. Dentro de la finca Los Diamantes del municipio de Santa Catarina Pinula. Esta unidad abarca una extensión de 1,680 hectáreas.

En la Figura 4.212, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.212 Terraza con agricultura tecnificada y bosque natural. Municipio de Guatemala (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite, (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.59 °C; 1,151 mm de precipitación y una altitud media de 1,728 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.212, el uso principal es agricultura en zonas urbanas.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje de Altiplano hidro volcánico y tipo de relieve Terraza.

La unidad cartográfica, está compuesta en un 75% por los suelos Vertic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010104), en un 15% por los suelos Ultic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011311) y el 10% del área restante por suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Los Guajes presenta las siguientes fases:

- **AQGb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 1,634 ha.
- **AQGc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión de grado ligero. La fase tiene una superficie de 46 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010104)

En la Figura 4.213, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

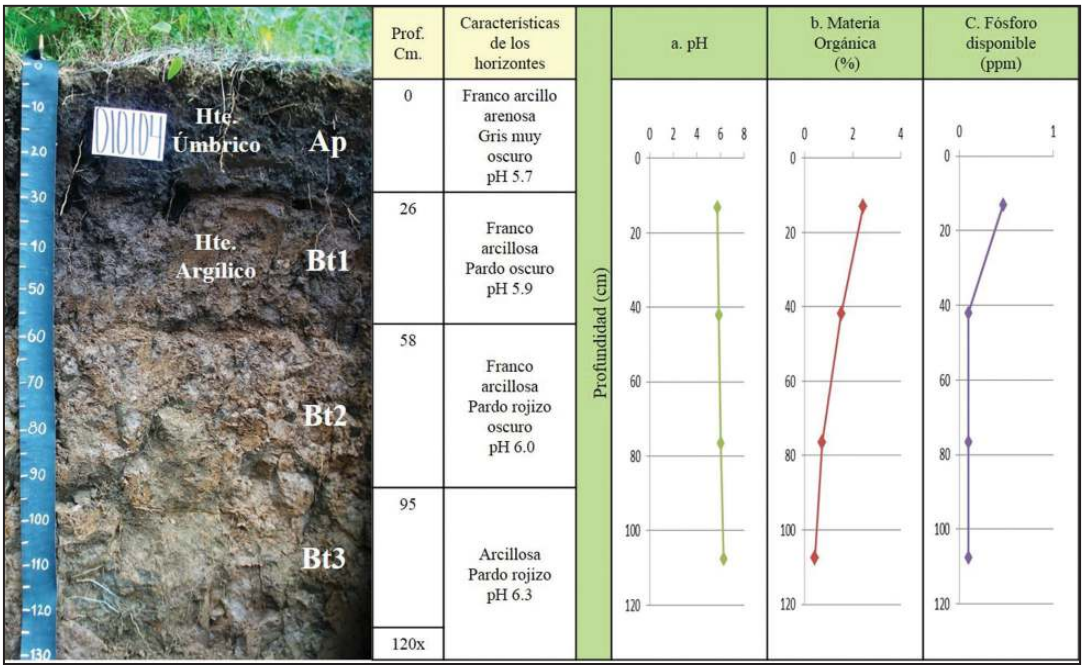


Figura 4.213 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010104) de la Consociación Los Guajes. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM010104)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Los Guajes
Símbolo		AQG
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Argilico
Taxonomía del suelo		**Vertic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Guatemala
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	San Isidro
	Coordenadas planas	X: 501646
		Y: 1615092

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,922
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Tefras, ceniza volcánicas y pómez
Altitud		1,515 m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm.
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Lento
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	26 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Hortalizas
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente inclinada, material compactado, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		8/9/2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 26 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (7.5YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, finos, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, medianos y gruesos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.7, moderdamente ácido; límite claro y ondulado.
26 – 58 cm. Bt1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura prismas que rompen en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; frecuentes cutanes, delgados, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en paredes y planos; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, medianos y gruesos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
58 – 95 cm. Bt2	Color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura prismas que rompen en bloques angulares, medios y gruesos, fuertes; frecuentes cutanes, delgados, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en paredes y planos; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.0 moderadamente ácido; límite difuso.
95 – 120 cm. Bt3	Color en húmedo pardo rojizo (5YR4/4); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura columnar que rompe en bloques angulares, medios y gruesos, fuertes; pocos cutanes, delgados, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en paredes y planos; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros, finos y medianos, tubulares; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.
Observaciones	*El horizonte Bt, además de argilanes presenta concreciones o nódulos oscuros y rojizos de hematita (ferranes). Presenta translocaciones de materia orgánica entre las grietas.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010104)

Cuadro 4.235. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010104)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-26	1.31	1.82	71.38	36.57	26.19	25.94	24.33	22.73	15.71	17.74	10.28	28.02
26-58	1.08	1.34	71.64	55.88	47.09	35.64	33.60	30.12	23.88	6.65	12.75	19.40

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			COEL	
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	Valor	Clasific.
0-26	25.12	10.49	-	-	-	-	-
26-58	34.84	23.21	53.46	35.03	18.43	0.19	Alto
58-95	-	-	57.69	31.03	26.66	0.18	Alto
95-120	-	-	63.32	31.69	31.63	0.13	Alto

Cuadro 4.236. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del PM 010104

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-26	53.18	24.13	22.69	FArA	FAr	-	5.7	1.28	2.43	-	-	-	0.47	6.68	Media
26-58	42.57	26.56	30.87	FAr	ArL	-	5.9	0.80	1.52	-	-	-	0.10		
58-95	40.78	24.10	35.12	FAr	ArL	-	6.0	0.38	0.72	-	-	-	0.10		
95-120	29.96	21.18	48.86	Ar	Ar	-	6.3	0.22	0.42	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-26	27.34	10.36	16.98	10.36	7.10	2.91	0.25	0.10		25.97	10.64	0.93	0.37	0.0
26-58	38.17	11.85	26.31	11.85	7.32	3.88	0.48	0.18		19.17	10.15	1.26	0.47	0.0
58-95	39.88	9.95	29.93	9.95	5.90	3.58	0.32	0.15		14.80	8.99	0.79	0.37	0.0
95-120	33.04	10.81	22.23	10.81	6.55	3.69	0.32	0.25		19.83	11.16	0.96	0.76	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-26	37.90	5.10	1.62	43.04	33.14	-	0.23	1.09	-	-
26-58	31.06	4.90	1.37	38.43	19.46	-	0.22	0.97	-	-
58-95	24.95	2.26	1.11	52.79	15.15	-	-	-	-	-
95-120	32.71	1.79	1.34	75.42	11.01	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010104)

Estos suelos son de evolución pedogenética alta. De acuerdo con la Figura 4.213 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (26 cm de espesor); Bt1 (32 cm de espesor); Bt2 (37 cm de espesor) y Bt3 (25 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color en húmedo gris muy oscuro, textura (de

laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques angulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bt1,** tiene color en húmedo pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en prismas que rompen en bloques subangulares moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo firme y procesos de translocación de arcillas (argilanes). El horizonte **Bt2,** posee un color en húmedo pardo rojizo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en prismas que rompen en bloques angulares fuertemente desarrollados, consistencia en húmedo firme y procesos de translocación de arcillas (argilanes). El horizonte **Bt3,** exhibe color en húmedo pardo rojizo, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura columnar que rompe en bloques angulares, fuertemente desarrollados, consistencia en húmedo firme y procesos de translocación de arcillas (argilanes).

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.235, y de granulometría se muestran en el Cuadro 4.236; los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas. La densidad real presenta valores bajos (1.82 a 1.34 g/cc). La densidad aparente varía en el perfil de media (1.31 g/cc) en el primer horizonte a muy baja (1.08 g/cc) en los demás. La porosidad total en el perfil es baja (28% a 19%); entre el 18% y el 7% corresponden a los macroporos y entre 10% a 13% a los microporos; estos valores muestran un ligero dominio de los macroporos sobre los microporos responsables de la moderada permeabilidad, infiltración, difusión de gases y drenaje interno. La retención de humedad varía en el perfil de baja (11%) en la superficie y aumenta conforme a la profundidad (23%).

Presentan índice de plasticidad medio (18.43) a alto (32), estos valores son inadecuados para la realización de actividades de mecanización sin degradación de las propiedades físicas del suelo y coeficiente de extensibilidad lineal alto (0.19 a 0.13), valor indicativo de presencia de procesos de expansión y contracción debido a las arcillas expandibles. Presencia de material compactado a los 26 cm, limitante física para la penetración de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.236, los suelos tienen pH moderadamente ácido (5.7 a 6.0), exceptuando el último horizonte donde es ligeramente ácido (6.3), que no es limitante para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), presenta valores bajos (2.43% a 0.42%) en todos los horizontes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (27.34 a 39.88 meq/100 g de suelo) en todos el perfil, valores importantes por el potencial que tienen los suelos para la retención e intercambio de nutrientes. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (10 a 12 meq/100 g de suelo), considerados insuficientes para el desarrollo de los cultivos, es importante suplementarlos. La saturación de bases (SB), es media (38%) en el primer horizonte y baja (25%) en el resto del perfil.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N), es bajo en todo el perfil al igual que el fósforo (P), con respecto al potasio (K), es medio a excepción del segundo horizonte donde es alto. En cuanto a los cationes, el calcio (Ca), presenta valores altos excepto en el tercer horizonte donde son medios; mientras que el magnesio (Mg), posee valores medios en el primer horizonte y alto en los demás.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores altos en los primeros dos horizontes, medios en el tercero y bajos en el cuarto, el zinc (Zn), posee valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), y el manganeso (Mn), se encuentran en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 010104)

Suelos derivados de tefras (cenizas volcánicas y pómez), de evolución alta, son superficiales; drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, con horizontes de acumulación de arcillas, con limitaciones a los 26 cm por materiales compactados; pH moderadamente ácido, contenido de materia orgánica bajo, capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables y saturación de bases medias. Suelos de fertilidad natural media. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica que es "isotérmico", que quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre los valores de 15.0 y 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se debe a las pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) a moderadamente inclinadas (7 al 12%); erosión ligera, material compactado, y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases que presentan pendientes de ligeramente inclinadas (3 al 7%) a moderadamente inclinadas (7 al 12%), material compactado y erosión ligera, tienen capacidad de uso agrícola y son aptos para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Así también poseen aptitud para la ganadería.

Para un adecuado manejo de estos suelos, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda realizar acequias de ladera, que incluyan gramíneas en la parte superior. Debido al material compactado que presentan, es necesario el arado con cincel, ya que esta herramienta suelta el suelo sin invertirlo ni mezclarlo a profundidades menores de 30 centímetros, incrementando con ello la porosidad en el subsuelo, sus condiciones estructurales y la capacidad de retención de humedad; es necesario dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Zinc. Estos suelos necesitan riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010104)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases AQGb1 y AQGc1 pertenecen a la clase IV, suclase IV s y grupo de manejo IV s-2, posee vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el

Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011311)

Esta unidad cartográfica contiene en un 15% su superficie, la inclusión del suelo **Ultic Haplustalfs, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 011311),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja en el primer horizonte y baja en el segundo. La porosidad total es media el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja en el siguiente. El pH es moderadamente ácido en el primer horizonte y ligeramente ácido en el resto del perfil. La materia orgánica (MO), posee valores altos en el primer horizonte, medios en segundo y cuarto horizonte y bajo en el tercero. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todos los horizontes. La saturación de bases (SB), baja en el perfil, la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.11 UNIDAD AQH

Consociación Mindanao: Ultic Haplustalfs, familia fina, mezclada, activa, isotérmica, perfil modal 011015.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Alfisol y se encuentran en inmediaciones de las aldeas De Ruiz y Pachalí; fincas San Antonio Pachalí, Las Mercedes, La Esmeralda; dentro del caserío Las Mercedes y comunidad Mindanao del municipio de San Juan Sacatepéquez. En la aldea Llano de La Virgen; caseríos La Comunidad, Los Cux; en las fincas La Concepción, Monte Los Olivos y Las Victorias, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,066 hectáreas. En la Figura 4.214, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.214 Terraza con agricultura y cortinas rompevientos. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: R. Pacheco 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la unidad, es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media media anual de 18.6 °C; 1,300 mm de precipitación y una altitud media de 1,576 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en las zonas de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizadas por las especies

de pino colorado (*Pinus oocarpa*) lengua de vaca (*Curatella americana*) y roble (*Quercus* spp) entre otras. De acuerdo con la Figura 4.214, el uso principal es agrícola y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%) correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve terrazas.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% por los suelos Ultic Haplustalfs, familia fina, mezclada, activa, isotérmica (perfil modal, PM 011015) en un 15%, por los suelos Inceptic Haplustalfs, familia fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011115) y el 10% del área restante por el suelo Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011022).

La Consociación Mindanao presenta las siguientes fases:

- **AQHb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 523 ha.
- **AQHc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 308 ha.
- **AQHcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 235 ha.

A). Descripción del perfil modal (011015)

En la Figura 4.215, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

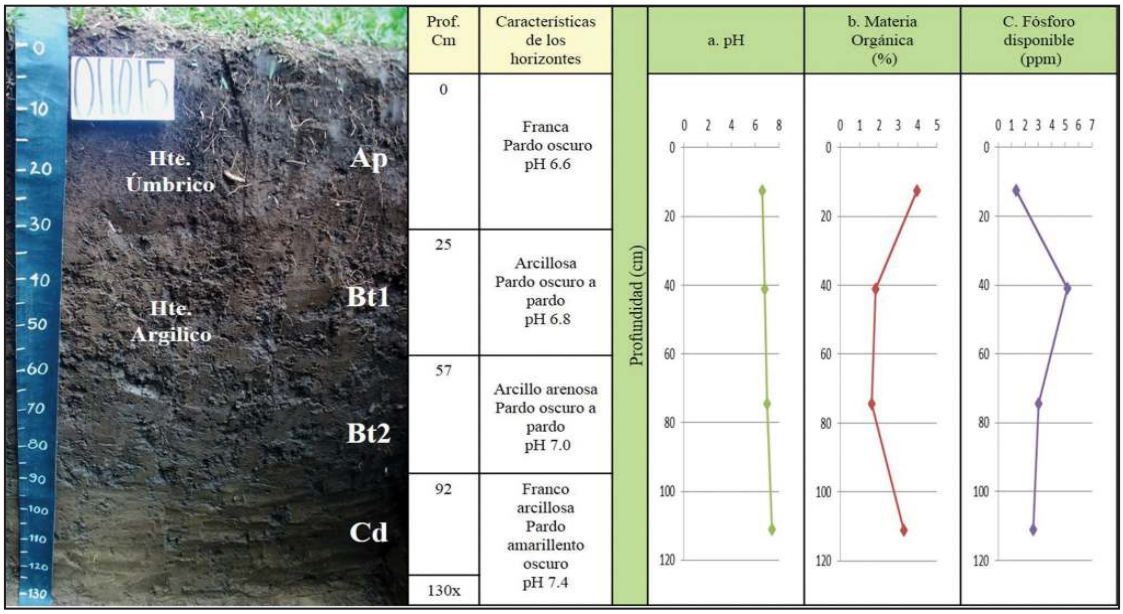


Figura 4.215 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011015) de la Consociación Mindanao. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011015)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Mindanao
Símbolo		AQH
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Argílico
Taxonomía del suelo		**Ultic Haplustalfs, familia fina, mezclada, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Las Mercedes
	Coordenadas planas	X: 488041
		Y: 1633457
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,425
	Línea de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,595 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm
	Temperatura promedio anual	20.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Úatico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.3°C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Lento a medio
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	92 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, tomate, chile pimiento
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de material compactado
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		14-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite gradual y plano.
25 – 57 cm Bt1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura en prismas que rompen en bloques subangulares, finos y medios, moderados; frecuentes cutanes, medianamente espesos, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en paredes, planos y canales; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite gradual y ondulado.
57 – 92 cm Bt2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio arcillo arenosa; estructura en prismas que rompen en bloques subangulares, finos y medios, moderados; frecuentes cutanes, medianamente espesos, continuos, de arcilla iluvial (argilanes), en paredes, planos y canales; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite claro y plano.
92 – 130 cm Cd	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.4, ligeramente alcalino.
Observaciones	*Los horizontes Bt, además de argilanes presentan concreciones o nódulos oscuros y rojizos de hematita (ferranes).*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos, mineralógicos e infiltración del perfil modal (011015)

Cuadro 4.237. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011015)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.21	2.07	55.98	30.68	29.46	27.77	26.64	25.49	16.50	19.68	21.86	41.55
25-57	1.49	2.31	48.97	37.55	35.27	33.95	33.10	31.13	23.30	9.93	25.57	35.50

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			COEL	
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	Valor	Clasific.
0-25	30.32	12.96	-	-	-	-	-
25-57	34.17	11.97	46.16	31.39	14.78	0.09	Medio
57-92	-	-	35.28	24.77	10.52	0.1	Alto
92-130	-	-	42.77	35.35	7.41	0.09	Medio

Cuadro 4.238. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011015)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	40.39	39.63	19.98	F	Ar	-	6.6	2.09	3.97	-	-	-	1.35	7.57	Alta
25-57	28.89	24.13	46.98	Ar	Ar	-	6.8	0.96	1.83	-	-	-	5.18		
57-92	45.39	17.57	37.04	ArA	Ar	-	7.0	0.86	1.63	-	-	-	3.01		
92-130	23.20	42.8	34.00	FAr	Ar	-	7.4	1.73	3.29	-	-	-	2.61		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	24.50	10.31	14.19	10.28	5.06	4.44	0.53	0.25	0.03	20.65	18.12	2.16	1.02	0.3
25-57	32.47	9.10	23.37	9.07	5.90	2.42	0.49	0.26	0.03	18.17	7.45	1.51	0.80	0.3
57-92	13.67	7.07	6.60	7.04	4.69	1.61	0.46	0.28	0.03	34.31	11.78	3.37	2.05	0.4
92-130	23.93	9.98	13.95	9.95	6.88	2.04	0.69	0.34	0.03	28.75	8.52	2.88	1.42	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	41.96	5.04	0.96	128.00	61.90	-	-	-
25-57	27.93	0.43	0.20	34.70	42.30	-	-	-
57-92	51.50	0.35	0.60	72.40	33.70	-	-	-
92-130	41.58	1.20	2.12	42.20	11.50	-	-	-

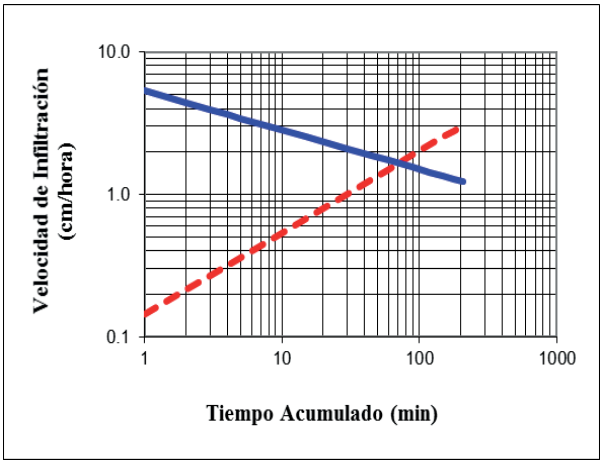
[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.239. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil modal (PM 011015)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-25	25-57	57-92
Material no cristalino	++++	++++	++++
Micas	+	+	++
Feldespatos	+	-	-
Metahaloisita (haloisita A)	++	++	++

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)		
	00-25	25-57	57-92
Feldespatos	62	77	76
Vidrio volcánico	6	1	2
Hornblenda	3	7	11
Lamprobolita	3	tr	Tr
Diópsido	6	tr	Tr
Hiperstena	1	tr	Tr
Biotita	tr	tr	3
Cuarzo	1	4	Tr
Fitolitos	tr	-	-
Magnetita	11	8	8
Hematita	2	1	tr
Circón	tr	tr	tr
Fragmentos de toba	4	2	tr
Rutilo	1	tr	tr

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?



Infiltración instantánea

Infiltración acumulada

$I = 5.33t^{(0.275)}$ $r^2 = 0.80$

Interpretación: La infiltración básica es de 1.38 cm/hora y se califica como Moderadamente Lenta.

Figura 4.216 Infiltración instantánea y acumulada para los suelos de la Consociación Mindanao. Perfil modal (PM 011015)

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011015)

Estos suelos poseen alta evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.215 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); Bt1 (32 cm de espesor); Bt2 (35 cm de espesor) y Cd (38 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color pardo oscuro, de textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bt1,** tiene un color pardo oscuro a pardo, de textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en prismas que rompen en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y procesos de translocación de arcillas (argilanes), consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bt2,** posee un color pardo oscuro a pardo, de textura (de laboratorio) arcillo arenosa, estructura en prismas que rompen en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y procesos de translocación de arcillas (argilanes), consistencia en húmedo friable y el horizonte **Cd,** es de color pardo amarillento oscuro, de textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.237, y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.238; los suelos presentan texturas (de laboratorio) finas; presenta una capa compactada a los 92 cm de profundidad, debido a la presencia de arcillas. La densidad real presenta valores bajos (2.07 a 2.31 g/cc). La densidad es baja (1.21 g/cc) en el primer horizonte y media (1.49g/cc) en los restantes. La porosidad total muestra contenidos medios (42% a 36%) en el perfil; entre el 22% y el 25%, corresponde a los microporos y entre el 10% y el 20% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad que está de acuerdo con su textura fina. Estas características indican que este suelo tiene moderada permeabilidad, infiltración y aireación. La retención de humedad presenta valores bajos (13% a 12%), lo que es limitante para el desarrollo de las plantas. Asimismo, presentan limitaciones para una adecuada penetración de raíces a partir de los 92 cm de profundidad, debido a la existencia de material compactado.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.238, los suelos tienen un pH neutro (6.6 a 7.0) en los primeros horizontes y ligeramente alcalino (7.4) con la profundidad, que no es limitante para la mayoría de cultivos. Con respecto al contenido de materia orgánica (MO), posee valores medios (3.97%) en superficie y bajos (1.83%) en profundidad; estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas; debido a su importancia, los valores de materia orgánica deben incrementarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos (24.5 a 32.47 meq/100 g suelo) en los primeros horizontes y medios (13.67 meq/100 g de suelo) en profundidad, implica que tienen alto potencial de retener nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), presentan valores medios (10.28 meq/100 g de suelo) en superficie, y bajos (7 a 9 meq/100 g de suelo) en profundidad, insufucientes para el desarrollo de los cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es media (41%), en superficie, baja (27%), en el segundo y alta (51%) en el tercero.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), son bajos en todo el perfil; el potasio (K), presenta contenido altos en todo el perfil. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca), posee cantidades medias en superficie y aumenta en profundidad; mientras que el magnesio (Mg), es alto en el primer horizonte y disminuye en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta altos niveles en superficie y bajos en profundidad, el Zinc (Zn), tiene valores bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), y el manganeso (Mn), poseen contenidos altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

Según los resultados de **mineralogía** realizados para el perfil modal y que se muestran en el Cuadro 4.239, los minerales que predominan en la fracción arcilla son: dominantes el material cristalino, comunes la metahaloisita (haloisita 7 A); presentes, micas, feldespatos. Los que predomina en la fracción arena son: dominantes, feldespatos, presentes, hornblenda, magnetita; en trazas, vidrio volcánico, lamprobolita, diópsido, hiperstena, biotita, cuarzo, fitolitos, hematita, circón, fragmentos de toba y rutilo.

En la Figura 4.216, se presenta la gráfica de **infiltración** de agua realizada en el perfil modal 011015, la cual se ha determinado como moderadamente lenta (Ver detalles en el Anexo D).

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011015)

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen alta evolución, son suelos moderadamente profundos, con drenaje natural moderado; texturas (de laboratorio) finas, presencia de material compactado a partir de los 92 cm de profundidad; pH neutro en superficie; con contenidos medios de materia orgánica en superficie; con capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables con valores medios al igual que la saturación de bases, la fertilidad es alta. Régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. En cuanto al régimen de temperatura edáfica que es "isotérmico", que quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre los valores de 15.0 y 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se debe a las pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%); erosión ligera, presencia de material compactado y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase que presenta pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) a moderadamente inclinadas (7 al 12%), material compactado y erosión ligera, tienen capacidad de uso vocación agrícola y son aptas para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Así también poseen aptitud para la ganadería.

Para un adecuado manejo de estos suelos, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel. Si es necesario arar, debe realizarse con arado de cincel, para aumentar la humedad y aireación del suelo sin modificar su estructura, dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga animal por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011015)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase AQHb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-2, las fases AQHc1 y AQHcp1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-4; poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 011115, PI 011022)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuacion:

En un 15%, del área el suelo **Inceptic Haplustalfs, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 011115)**, se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) finas, con densidad aparente media en superficie y disminuye en profundad. La porosidad total es alta en el primer y segundo horizonte. La humedad aprovechable es baja en el primer y segundo horizonte. El pH, va de ligeramente ácido a neutro. La materia orgánica (MO), es baja en todo el perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), media y aumenta en profundidad. La saturación de bases (SB), media en el primer y disminuye en profundidad. La fertilidad natural es media (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10%, del área el suelo **Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 011022),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas; con densidad aparente baja en el primer y segundo horizonte. La porosidad total es alta en el primer y segundo horizonte. La humedad aprovechable es baja en el primer y segundo horizonte. El pH va de moderadamente ácido a ligeramente ácido. La materia orgánica (MO), es media en superficie y decrece en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todo el perfil, con saturación de bases (SB), alta en todo el perfil. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.12 Unidad AQI

Consociación El Codo: Humic Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 011632.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones del paraje El Codo; las fincas El Potrero Largo, El Rosario, El Sitio, Monte Redondo, San Antonio y El Limón, del municipio de Villa Canales. Asimismo a inmediaciones de la finca El Rosario; el río La Concha y la



Figura 4.217 Terraza con cultivo de la piña. Municipio de Villa Canales (Foto: C. García 2012)

comunidad El Potrerón; del municipio de Fraijanes. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,095 hectáreas. En la Figura 4.217, se observa el paisaje característico de la unidad.

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la unidad, es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.9 °C; 1,219 mm de precipitación y una altitud media de 1,162 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.217, el uso actual es de agricultura y la cobertura vegetal es forestal.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve terraza.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% de su superficie por los Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 011632); en un 15% del área por los suelos Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica (perfil inclusión, PI 011635). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación El Codo presenta las siguientes fases:

- **AQIb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 255 ha.
- **AQIb2:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 1,065 ha.
- **AQIc2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 147 ha.
- **AQIcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), poca pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 628 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011632)

En la Figura 4.218, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de campo), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta la descripción completa del suelo en mención.

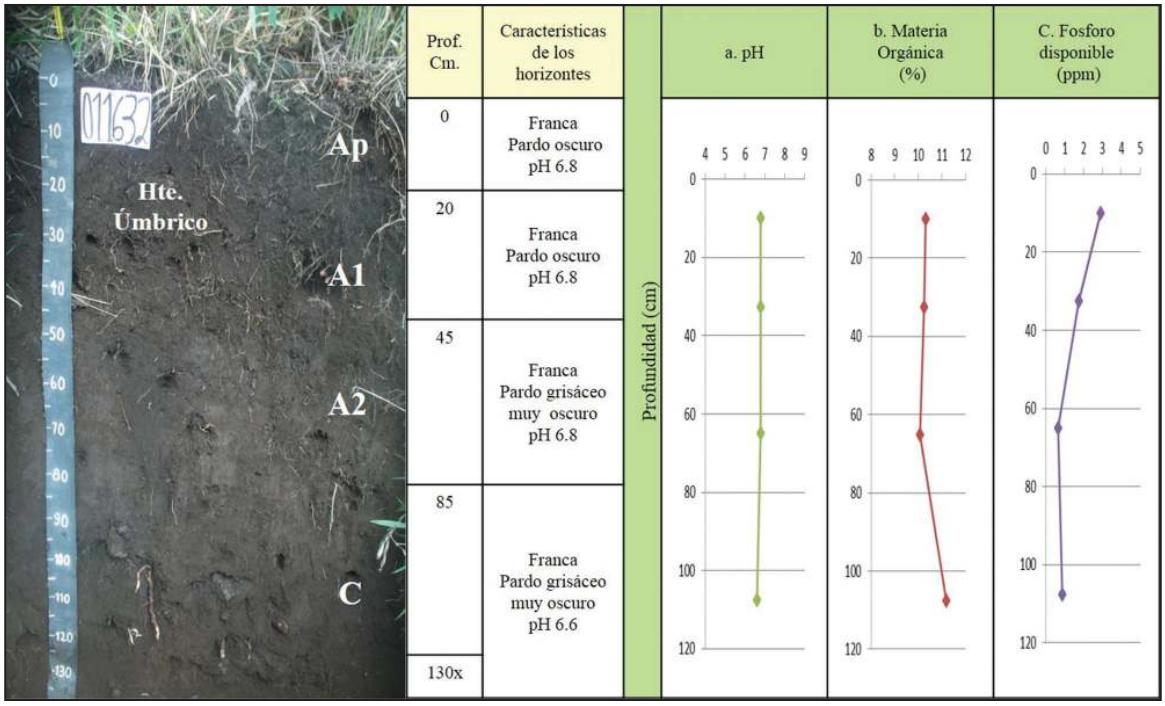


Figura 4.218 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011632) de la Consociación El Codo, las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011632)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Codo
Símbolo		AQI
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Humic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Monte Redondo
	Coordenadas planas	X: 495031
		Y: 1588426
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,263
	Línea de vuelo No.	231
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,202 msnm.



Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,195 mm
	Temperatura promedio anual	20.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.1°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Poca
	Superficie cubierta	3 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura, ganadería
	Cultivos	Piña
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente inclinadas, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, gramas naturales
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		02-10-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite gradual y ondulado.



20 – 45 cm A1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio arenosa; poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite gradual y ondulado.
45 – 85 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, neutro límite gradual y ondulado.
85 – 130 cm C	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; frecuente piedra (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo): consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutro.
Observaciones	*Faltan datos de retención fosfórica de la ENCA para confirmar taxonomía.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011632)

Cuadro 4.240. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011632)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.86	2.00	58.48	39.64	38.75	28.21	27.54	24.71	21.74	19.23	37.77	57.00
20-45	1.01	2.00	51.66	37.70	29.59	26.10	24.95	16.37	11.77	21.15	28.35	49.50
45-85	0.83	1.99	85.91	50.92	43.56	36.60	31.84	24.46	20.19	28.74	29.55	58.29

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	33.89	17.01	-	-	-	-
20-45	29.84	17.81	-	-	-	-
45-85	51.14	23.37	-	-	-	-

Cuadro 4.241. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011632)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucus)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	77.36	21.12	1.52	AF	F	10.00	6.8	5.42	10.30	-	-	-	2.89	7.17	Alta
20-45	87.97	10.52	1.51	A	F	10.00	6.8	5.39	10.24	-	-	-	1.76		
45-85	80.98	17.45	1.57	AF	F	20.00	6.8	5.31	10.08	-	-	-	0.66		
85-130	79.65	17.13	3.23	AF	F	25.00	6.6	5.89	11.19	-	-	-	0.87		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	29.62	11.09	18.53	11.05	8.92	1.77	0.15	0.21	0.04	30.11	5.98	0.51	0.71	0.4
20-45	27.91	9.11	18.80	9.07	7.35	1.39	0.10	0.23	0.04	26.33	4.98	0.36	0.82	0.4
45-85	43.29	7.78	35.51	7.73	5.74	1.64	0.10	0.25	0.05	13.26	3.79	0.23	0.58	0.6
85-130	48.99	8.41	40.58	8.36	6.69	1.37	0.10	0.20	0.05	13.66	2.80	0.20	0.41	0.6

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	37.31	2.66	2.08	78.71	1.00	69.00	2.00	1.94	-	-
20-45	32.50	2.99	1.22	79.54	1.00	70.50	2.10	2.24	-	-
45-85	17.86	0.87	0.20	43.41	1.00	-	-	-	-	-
85-130	17.06	0.80	0.20	39.93	1.00	-	-	-	-	

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011632)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.218 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); A1 (25 cm de espesor); A2 (40 cm de espesor) y C (45 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color en húmedo pardo oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A1,** muestra color en húmedo pardo oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A2,** exhibe color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** tiene color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura (al tacto) franca, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.240 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.241, los suelos tienen texturas (al tacto) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos entre (2.0 a 1.99 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos en el perfil (0.86 a 0.83g/cc).

La porosidad total en el perfil es alta (57% a 58%), valores del 28% y 37% pertenecen a la microporosidad, y entre 19% a 28%, a la macroporosidad; estas cantidades muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, lo que implica una moderada infiltración y drenaje. Respecto a la retención de humedad, presenta bajos valores (17%), en superficie y valores medios (23%) en profundidad que es limitante para el desarrollo de las plantas. No hay limitaciones físicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.241, los suelos tienen un pH neutro (6.8) en el perfil, valores adecuados para la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores altos (10% a 11%), en todos los horizontes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos (27 a 50 meq/100 g de suelo), en todo el perfil, esto indica un alto potencial para retener nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), media (11.05 meq/100 g de suelo) en superficie y baja (7.73 meq/100 g de suelo) con la profundidad, se considera insuficiente para el desarrollo de algunos cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), presenta contenidos medios (37%) en el primer horizonte y bajo (32% a 17%) en los subsiguientes. La retención fosfórica muestra valores medios (69% a 70%), debido a la

presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo que implica que la aplicación de fosfatos debe realizarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), fósforo disponible (P) y el potasio (K), presentan valores bajos en el perfil. Con respecto a los **cationes**, el calcio (Ca) se encuentra altos en superficie y disminuye en profundidad; el magnesio (Mg) es medio en el primer y tercer horizonte y bajo en los demás.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores medios en superficie y disminuye en profundidad, el zinc (Zn) y el manganeso (Mn), se encuentran bajos en el perfil, el hierro (Fe), presenta contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011407)

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen moderada evolución, suelos profundos; bien drenados; texturas (al tacto) moderadamente gruesas, pH neutro; contenidos altos de materia orgánica; capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables medias; saturación de bases baja, fertilidad alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos corresponden a las pendientes de ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión ligera y moderada, los frecuentes fragmentos de roca en el perfil, las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) a moderadamente inclinadas (7 al 12%), frecuentes fragmentos en el perfil, erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos anuales y perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Asimismo, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos.

Para el manejo de estos se recomiendan prácticas de conservación de suelos y aguas, tales como: cosntruir acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior; sembrar al contorno y establecer barreras vivas. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos. La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas, establecer pastos cultivados y pastos de corte, diseñar potreros de tamaño reducido con cercos vivos, establecer una adecuada carga por hectárea y evitar el sobrepastoreo.

Respecto a su fertilidad, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a que los suelos presentan valores moderados de retención fosfórica en los primeros horizontes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre, Zinc y Manganeso. Estos suelos necesitan riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011407)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases AQIb1y AQIcp1 pertenecen a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-6, las fases AQIb2 y AQIc2 pertenecen a la clase IV, subclase IV es y grupo de manejo IV es-1, todas poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011635)

Esta unidad cartográfica contien en un 15%, de su superficie, como inclusión el suelo **Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica (PI 011635),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (al tacto) moderadamente gruesas, con densidad aparente muy baja en todo el perfil, la porosidad total es alta en el primer y tercer horizonte y muy alta en el segundo, la humedad aprovechable es media en todos los horizontes, el pH es neutro en todo el perfil. La materia orgánica (MO), es alta en todo el perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en el perfil, con saturación de bases (SB), media en el primer horizonte y baja en los siguientes, la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.13 Unidad AQJ

Consociación El Farito: Typic Haplustolls, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011302.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran en inmediaciones de la cabecera municipal de Chinautla, municipio de Chinautla. Dentro del paraje la Periquera del municipio de Guatemala. En las labores El Farito y Ojo de Agua, del municipio de Fraijanes. La unidad cartográfica abarca una extensión de 105 hectáreas. En la Figura 4.219, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.219 Glacís con ganadería extensiva y árboles de sombra. Municipio de Fraijanes (Foto: C. García 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la unidad, es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan, una temperatura media anual de 19.3 °C; 1,171 mm de precipitación y una altitud media de 1,351 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en las zonas de vida denominadas Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.219, el uso principal es ganadería y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de depósitos coluvio - aluviales; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro- volcánico y tipo de relieve Glacís.

La unidad cartográfica está compuesta en un 90% por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011302). El 10% del área restante, esta ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación El Farito presenta la siguiente fase:

- **AQJd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 105 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011407)

En la Figura 4.220, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

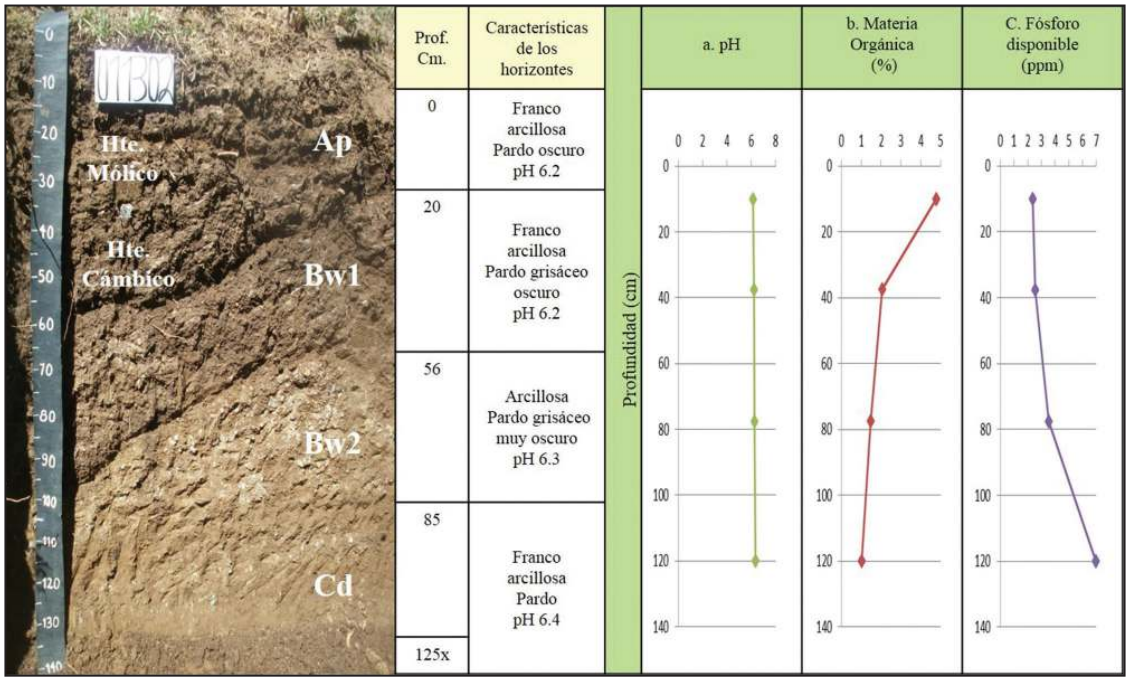


Figura 4.220 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011302) de la Consociación El Farito. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011302)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Farito
Símbolo		AQJ
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Fraijanes
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Labor Ojo de Agua, Las Crucitas
	Coordenadas planas	X: 507208
		Y: 1597299
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,649
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Cuerpo de glacis
Material Parental		Depósitos coluvio – aluviales
Altitud		1,613 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,003 mm
	Temperatura promedio anual	18.0°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Úatico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	15.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	85 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente inclinada, presencia de material compactado, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pastos naturales*
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		14-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígneo y sedimentario; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite gradual e irregular.
20 – 56 cm Bw1	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígneo y sedimentario; estructura en bloques subangulares, gruesos, fuertes; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite gradual e irregular.
56 – 85 cm Bw2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio arcillosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígneo y sedimentario; estructura en bloques subangulares, gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro e irregular.
85 – 125 cm Cd	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillosa; frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígneo y sedimentario; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderado al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido.
Observaciones	**De acuerdo con las observaciones (cajuelas y barrenajes) en la unidad cartográfica hay pino y encino*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011302)

Cuadro 4.242. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011302)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.22	1.90	77.37	38.36	32.12	31.66	30.83	27.78	17.49	20.93	14.86	35.79
20-56	0.72	1.85	57.68	33.33	31.16	30.32	26.80	25.58	16.86	28.08	33.00	61.08

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	16.13	14.63	-	-	-	-
20-56	28.33	14.30	-	-	-	-

Cuadro 4.243. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011302)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	28.91	35.91	35.18	FAr	FAr	5.00	6.2	2.52	4.79	-	-	-	2.35	7.85	Alta
20-56	32.43	28.36	39.21	FAr	Ar	5.00	6.2	1.08	2.05	-	-	-	2.53		
56-85	25.93	30.31	43.76	Ar	Ar	5.00	6.3	0.78	1.48	-	-	-	3.53		
85-125	35.12	29.03	35.85	FAr	Ar	30.00	6.4	0.54	1.03	-	-	-	6.96		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	27.15	13.55	13.60	13.55	8.21	3.38	1.83	0.13	-	30.26	12.45	6.72	0.48	0.0
20-56	21.84	11.35	10.49	11.35	7.09	2.56	1.53	0.17	-	32.46	11.75	6.99	0.76	0.0
56-85	28.92	15.82	13.10	15.82	10.69	3.30	1.65	0.18	-	36.98	11.41	5.71	0.61	0.0
85-125	27.74	17.51	10.23	17.51	12.89	3.01	1.35	0.26	-	46.49	10.86	4.87	0.93	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	49.91	2.18	7.68	19.96	103.71	-	-	-	-	-
20-56	51.96	3.55	4.87	42.34	47.12	-	-	-	-	-
56-85	54.71	2.71	5.20	72.52	38.73	-	-	-	-	-
85-125	63.14	1.61	2.70	48.28	11.47	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011302)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.220 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (36 cm de espesor); Bw2 (29 cm de espesor) y Cd (40 cm de espesor). El horizonte **Ap,** presenta color en húmedo pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable, con presencia de poca gravilla. El horizonte **Bw1,** tienen un color en húmedo pardo grisáceo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares fuertemente



desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** posee color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, fuertemente desarrollados, consistencia en húmedo firme. El horizonte **Cd,** presenta color en húmedo pardo, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo muy firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.242 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.243; los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, con frecuente gravilla en el perfil y material compactado a los 85 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (1.90 a 1.85 g/cc). La densidad aparente es baja (1.22 g/cc) en el primer horizonte y muy baja (0.72g/cc) en los demás. La porosidad total en el perfil es media (36%) en superficie y muy alta (61%) en profundidad; entre el 21% y 28% corresponde a los macroporos y entre el 15% y 33% a los microporororos; estos valores muestran una dominancia de la macro sobre la microporosidad, estas características que permiten un drenaje e infiltración adecuada y mejoran la permeabilidad en el suelo. La retención de humedad posee valores bajos (15% a 14%), por lo que presenta una limitante para las plantas. Presenta material compactado limitante para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.243, los suelos tienen un pH ligeramente ácido (6.2 a 6.4) en todo el perfil que son adecuados para la mayoría de plantas. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores medios (4.79%) en superficie y bajos (1.03 a 2.05%) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (21 a 29 meq/100 g de suelo) en todos los horizontes, lo cual indica que el suelo presenta un alto potencial para retener nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), media (11.05 a 17.5 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente para el desarrollo de los cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), posee valores medios (49%) en el primer horizonte y altos (51 a 63%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), poseen valores bajos en todos los horizontes; con respecto al potasio (K), tiene cantidades altas en todo el perfil. Respecto a los cationes, el calcio (Ca), tiene niveles altos en todos los horizontes; mientras que el magnesio (Mg), posee altos valores, excepto en el segundo horizonte donde se presenta con niveles medios.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) tiene valores medios superficialmente y disminuye con la profundidad, el zinc (Zn), tiene nivel alto en el primer horizonte, decrece en profundidad, el hierro (Fe), tiene niveles medios en el primer horizonte y aumenta en profundidad, el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011302)

Estos suelos se han originado de depósitos aluvio-coluviales, tienen moderada evolución, son moderadamente superficiales; con drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas; frecuente gravilla y presencia de material compactado a los 85 cm; pH ligeramente ácido; contenidos medios de materia orgánica en superficie; capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables medias al igual que la saturación de bases en los horizontes superficiales, fertilidad alta. El régimen de humedad de suelo está calificado como "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura es "isotérmica", debido a que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben a las pendientes fuertemente inclinadas, material compactado, erosión ligera y déficit de agua en época seca.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), material compactado, erosión ligera, tienen capacidad de uso agrícola y posee aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos. Asimismo, tiene aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos.

Para manejar adecuadamente los suelos con capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, tales como: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, labranza y dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Se recomienda establecer cortinas rompevientos para reducir el efecto de la erosión eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad es muy importante incorporar fuentes de materia orgánica como abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos, restos de cosecha. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Tomando en cuenta los microelementos y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse en forma foliar Cobre. Estos suelos necesitan riego en la época seca, puede ser por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011302)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase AQJd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-5, posee vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.4.14 Unidad AQK

Grupo Indiferenciado Río Poxol: Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica perfil modal 011002 y Typic Ustorthents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 011107 y Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011116.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen a los Ordenes Molisol, Entisol e Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos Candelaria, Los Siney; la finca Villa Lupe; río Poxol; comunidad De

Ruíz, del municipio de San Juan Sacatepéquez. Asimismo dentro de la finca Chapetó y la comunidad La Ceiba, del municipio de San Raimundo. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,227 hectáreas. En la Figura 4.222, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.222 Cañones y cañadas cubiertos de bosque bajo. Municipio de San Juan Sacatepéquez (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la unidad, es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.75 °C; 1,299 mm de precipitación y una altitud media de 1,546 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizadas por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.222, la cobertura vegetal es bosque.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve cañones y cañadas.

La unidad cartográfica está compuesta por los suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 011002), asimismo por el suelo Typic Ustorthents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil modal, PM 011107) y el suelo Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, (perfil modal, PM 011116).

El grupo indiferenciado Río Poxol presenta las siguientes fases:

- **AQKe3:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión de grado severo. Tiene una superficie de 743 ha.
- **AQKf3:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), erosión de grado severo. Tiene una superficie de 484 ha.

A). Descripción de los perfiles modales

Suelos Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal (PM 011002)

En la Figura 4.223, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

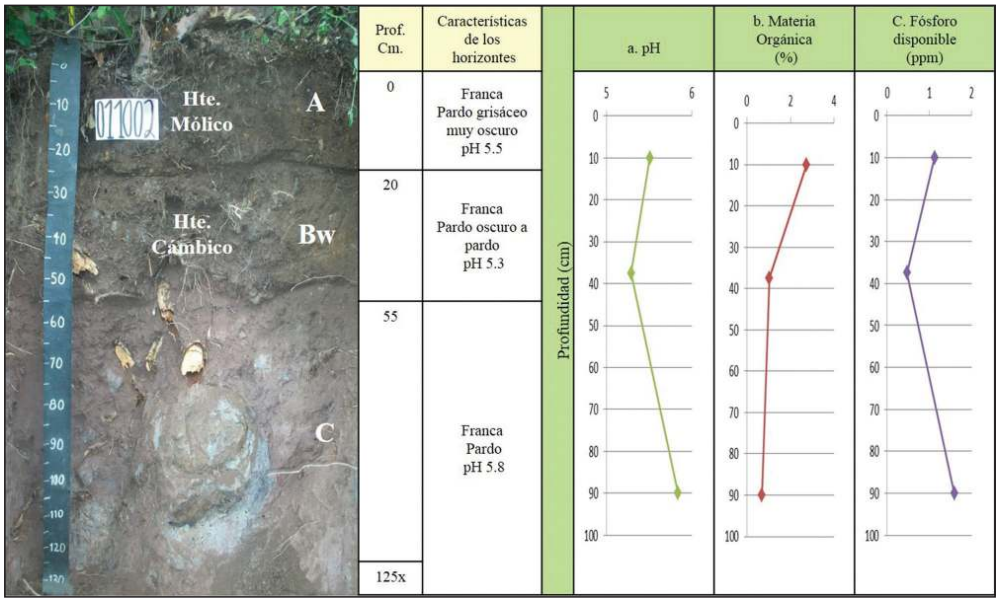


Figura 4.223 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011002) del Grupo Indiferenciado Río Poxol. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011002)

Tipo de perfil		Modal 1
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Río Poxol
Símbolo		AQK
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Juan Sacatepéquez
	Aldea	Comunidad De Ruíz
	Caserío, sector, sitio, finca	Parte alta del cañón, comunidad de Ruiz
	Coordenadas planas	X: 484892
		Y: 1629539
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,463
	Línea de vuelo No.	218
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,703 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,220 mm
	Temperatura promedio anual	18.6ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.7°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, erosión severa, presencia de fragmentos de roca en el perfil, déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		08-08-2012
Morfología		

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido; límite gradual y plano.
20 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%) y poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos; muchas raíces, medias y gruesos, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.3, fuertemente ácido; límite claro y plano.
55 – 125 cm C	Color en húmedo pardo (7.5YR5/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%) y abundante piedra (45%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011002)

Cuadro 4.244. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011002)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.18	1.67	52.97	40.85	36.16	26.27	25.43	19.99	15.59	9.31	20.03	29.34
20-55	1.15	1.43	60.18	40.49	36.28	30.49	28.54	23.48	17.83	7.78	11.80	19.58

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	25.79	20.57
20-55	24.09	18.45

Cuadro 4.245. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011002)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	41.16	35.36	23.48	F	FAr	5.00	5.5	1.44	2.74	-	-	-	1.13	7.27	Alta
20-55	43.00	33.66	23.34	F	FAr	10.00	5.3	0.54	1.03	-	-	-	0.47		
55-125	42.54	34.65	22.81	F	FArA	65.00	5.8	0.36	0.68	-	-	-	1.60		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	28.48	18.33	10.15	18.33	10.94	6.78	0.55	0.07		38.40	23.81	1.92	0.23	0.0
20-55	38.74	24.38	14.36	24.38	12.43	10.90	0.91	0.14		32.08	28.15	2.34	0.36	0.0
55-125	39.31	23.45	15.86	23.45	8.59	13.90	0.79	0.17		21.85	35.36	2.01	0.43	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	64.36	1.32	2.29	34.78	57.90	-	-	-

20-55	62.93	1.28	1.31	31.20	29.00	-	-	-
55-125	59.65	0.94	1.37	18.73	13.98	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Typic Ustorthents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal (PM 011107)

En la Figura 4.224, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

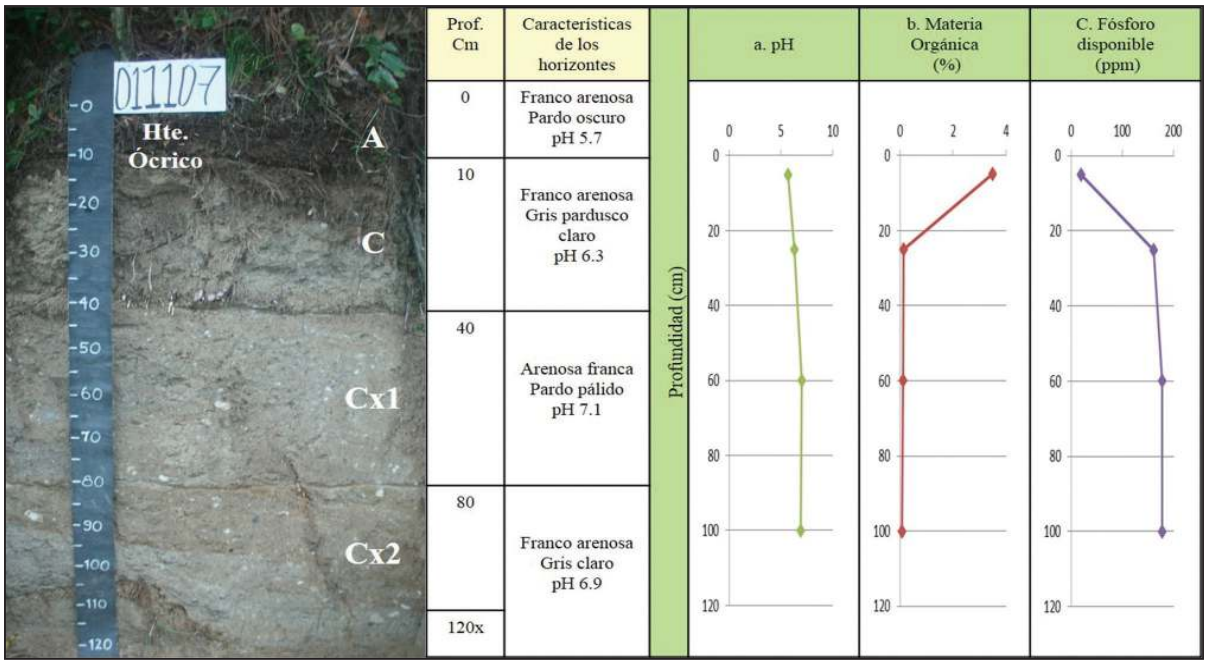


Figura 4.224 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011107) del Grupo Indiferenciado Río Poxol. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011107)

Tipo de perfil		Modal 2
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Río Poxol
Símbolo		AQK
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay



Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia franca gruesa sobre arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Raimundo
	Aldea	La Ceiba
	Caserío, sector, sitio, finca	La Ceiba
	Coordenadas planas	X: 491091
		Y: 1632672
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,421
	Línea de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,546 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm
	Temperatura promedio anual	20.0ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	17.5°C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-



Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	40 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Forestal
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, presencia de material compactado, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		08-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 10 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite gradual y plano.
10 – 40 cm C	Color en húmedo gris pardusco claro (10YR6/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite difuso.
40 – 80 cm Cx1	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro, limite difuso.
80 – 120 cm Cx2	Color en húmedo gris claro (10YR7/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.9, neutro.
Observaciones	*Los horizontes Cx1 y Cx2, presentan características de fragipán.*

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011107)

Cuadro 4.246. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011107)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-10	1.13	1.55	59.61	34.82	21.46	16.51	13.03	12.42	4.96	17.34	9.75	27.10
10.-40	1.12	2.30	56.89	32.77	18.37	16.63	13.47	7.77	4.80	34.74	16.56	51.30
40-80	1.23	2.06	56.18	33.23	32.74	19.55	12.69	9.93	8.88	16.81	23.48	40.29

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-10	22.62	16.50
10.-40	17.62	13.57
40-80	22.47	23.86

Cuadro 4.247. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011107)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-10	65.97	22.09	11.94	FA	AF	-	5.7	1.84	3.50	-	-	-	19.31	7.95	Alta
10.-40	75.85	17.33	6.82	FA	A	-	6.3	0.07	0.13	-	-	-	160.91		
40-80	83.59	14.44	1.97	AF	A	-	7.1	0.06	0.11	-	-	-	177.71		
80-120	69.16	16.48	14.36	FA	A	-	6.9	0.04	0.08	-	-	-	178.17		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-10	20.07	10.03	10.04	10.03	6.47	2.15	1.20	0.21		32.26	10.74	5.96	1.03	0.0
10.-40	11.80	5.59	6.21	5.21	2.86	1.11	0.98	0.26		24.25	9.38	8.31	2.22	0.0
40-80	12.98	5.17	7.82	5.59	3.22	1.10	1.00	0.27		24.81	8.47	7.69	2.11	0.0
80-120	11.21	5.21	6.00	5.17	2.92	1.00	0.94	0.31		26.02	8.94	8.35	2.75	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-10	49.98	0.38	2.61	25.77	0.39	-	-	-
10.-40	44.16	0.47	0.40	35.15	0.47	-	-	-
40-80	43.07	0.64	0.37	31.37	0.65	-	-	-
80-120	46.06	0.61	0.41	32.02	0.61	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal (PM 011116)

En la Figura 4.225, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

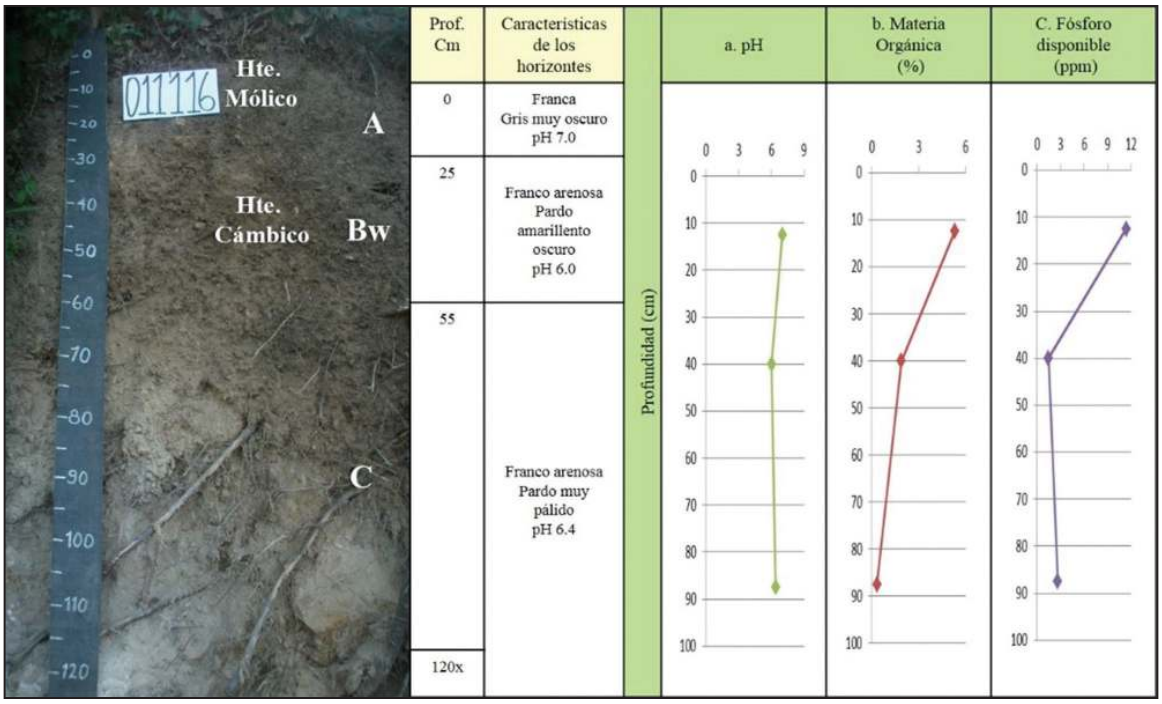


Figura 4.225 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011116) del Grupo Indiferenciado Río Poxol. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011116)

Tipo de perfil		Modal 3
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Río Poxol
Símbolo		AQK
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San Raimundo
	Aldea	Llano de La Virgen
	Caserío, sector, sitio, finca	Carretera vía a Llano de La Virgen
	Coordenadas planas	X: 489616
		Y: 1633540
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,423
	Línea de vuelo No.	217
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,574 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	23.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Poca (10 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Forestal
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		10-05-2012
Morfología		

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo y de laboratorio franca; poca gravilla (10%), irregular sin alteración de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite claro y plano.
25 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido; límite claro y plano.
55 – 120 cm C	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido.

D). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011116)

Cuadro 4.248. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011116)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	0.84	2.11	63.75	32.10	29.40	27.94	24.80	10.05	10.36	32.43	27.76	60.19
25-55	0.83	1.86	55.03	36.20	24.80	23.38	21.12	10.17	8.84	30.42	24.96	55.38

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	10.15	19.04
25-55	10.54	15.97

Cuadro 4.249. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011116)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	50.89	33.11	16.00	F	F	10.00	7.0	2.80	5.32	-	-	-	11.38	7.88	Alta
25-55	54.72	29.82	15.46	FA	FA	20.00	6.0	1.00	1.90	-	-	-	1.47		
55-120	71.10	20.79	8.11	FA	A	-	6.4	0.18	0.34	-	-	-	2.66		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	25.07	14.00	11.06	14.00	8.80	3.68	1.27	0.25	-	35.10	14.69	5.06	1.01	0.0
25-55	19.37	7.22	12.14	7.22	2.66	2.92	1.26	0.39	-	13.71	15.06	6.50	2.02	0.0
55-120	10.82	3.86	6.96	3.86	1.25	1.53	0.72	0.36	-	11.51	14.15	6.65	3.35	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn	
0-25	55.86	0.49	34.68	18.99	105.10	-
25-55	37.30	2.51	6.77	69.48	49.71	-
55-120	35.67	0.83	0.61	40.57	13.01	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

E). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los perfiles modales

Suelos del perfil Modal, PM 011002

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética, De acuerdo con la Figura 4.223 y la descripción del perfil modal, los suelos tienen horizontes con nomenclatura A (20 cm de espesor); Bw (35 cm de espesor) y C (70 cm de espesor). El horizonte **A,** es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color pardo oscuro a pardo, de textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color pardo, de textura (de laboratorio) franca, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.244 y en la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.245, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, abundantes fragmentos de roca a los 55 cm La densidad real presenta valores bajos (1.67 a 1.43 g/cc) así como la densidad aparente (1.18 a 1.15g/cc). La porosidad total es baja (29 a 20%); en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 20% y 12% mientras que los valores de los macroporos están en un 8% a 9% responsables de la moderada permeabilidad, moderada infiltración y drenaje. La retención de humedad es media (21%) en el primer horizonte y disminuye con la profundidad (18%), lo que representa una limitante para las plantas. A los 55 cm de profundidad tiene abundantes fragmentos de roca que dificultan el desarrollo de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.245, los suelos presentan pH fuertemente ácido (5.5) en superficie y moderadamente ácido (5.8) en profundidad, por lo que existen restricciones para algunos cultivos debido al nivel de ácidez en superficie. El contenido de materia orgánica (MO), se muestran bajos (0.68% a 2.74%) en todo el perfil estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (28-39 meq/100 g suelo) por lo que estos suelos poseen un alto potencial de retener nutrientes útiles para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) medias (18.33 a 24.38 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente para el desarrollo de cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), tiene valores altos (60% a 63%) en todos los horizontes.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el contenido de fósforo disponible (P), son bajos; el potasio (K), se encuentra en cantidades altas. En el caso de los **cationes**, el calcio (Ca) y magnesio (Mg), tiene valores altos.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y Zinc (Zn), presentan niveles bajos en todo el perfil; el hierro (Fe), presenta contenidos altos en superficie y decrece en profundidad y el manganeso (Mn), es alto en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

Suelos del Perfil Modal, PM 011107

Estos suelos poseen baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.224 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura A (10 cm de espesor); C (30 cm de espesor); Cx1 (40 cm de espesor) y Cx2 (40 cm de espesor). El horizonte **A,** es de color pardo oscuro, de textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura granular, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **C,** presenta color gris pardusco claro, de textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El horizonte **Cx1,** muestra color pardo pálido, de textura (de laboratorio) arenosa franca, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme. El horizonte **Cx2,** exhibe color gris claro, de textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo).

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.246 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.247, los suelos muestran texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas sobre gruesas, con presencia de material compactado a los 40 cm de profundidad. La densidad real tiene valores bajos (1.55 a 2.06 g/cc). La densidad aparente tiene valores bajos en el perfil (1.13 a 1.23g/cc). La porosidad total es baja (27%) en superficie a media (40%) en profundidad, en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los macroporos con valores de 17% y 34%, mientras que los valores de los microporos están en un 9% a 23%, estas características indican buena permeabilidad, infiltración y drenaje. La retención de humedad es baja (17%) en la superficie y aumenta a valores medios (24%) con la profundidad, lo que representa una limitante para las plantas. Las raíces se ven limitadas por material compactado a los 40 cm de profundidad.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.247, los suelos presentan un pH que va de moderadamente ácido (5.7) en superficie a neutro (6.9 a 7.1) con la profundidad, los cuales no presentan restricciones para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores medios (3.50%) en el primer horizonte y bajos (0.08%) en profundidad, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos (20.7 meq/100 g de suelo) en el primer horizonte y medios (11 a 13 meq/100 g de suelo) en profundidad. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) de media (10.03 meq/100 g de suelo) en el primer horizonte a baja (5.21 meq/100 g de suelo); esta reserva se considera insuficiente para el desarrollo de cultivos, debe suplementarse; con saturación de bases (SB) media (43 a 50%), en todos los horizontes.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N), es bajo; el contenido de fósforo disponible (P), es medio en el primer horizonte y aumenta en profundidad. El potasio (K) presenta contenidos altos en todos los horizontes. Respecto a los cationes, el calcio (Ca) es alto en el primer horizonte y decrece en profundidad; el magnesio (Mg) se encuentran en cantidades medias en superficie y disminuye en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), Zinc (Zn) y manganeso (Mn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), es alto en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

Suelos del Perfil Modal, PM 011116

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.225 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura A (25 cm de espesor); Bw (30 cm de espesor) y C (65 cm de espesor). El horizonte **A,** es de color gris muy oscuro, de textura (pipeta) franca, estructura granular, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color pardo amarillento oscuro, de textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color pardo muy pálido, de textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.248 y en la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.249, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos (2.11 a 1.86 g/cc). La densidad aparente tiene valores muy bajos en el perfil (0.84 a 0.83 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (60% a 55%), en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los macroporos con valores de 30% y 32%, mientras que los valores de los microporos están en un 24% a 27%, estas características responden a la moderada permeabilidad, buena infiltración y drenaje. La retención de humedad es baja (20% a 16%), lo que representa una limitante para las plantas.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.249, los suelos presentan un pH de neutro (7.0) en superficie, moderadamente ácido (6.0) en el segundo y ligeramente ácido (6.4) en el restante, estos no representan restricciones para la mayoría de cultivos. Los contenido de materia orgánica (MO), son altos (5.32%) superficie y bajos (1.90% a 0.34%) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (25 meq/100 g de suelo) en superficie, media (19 a 10 meq/100 g de suelo) en profundidad, por lo que este suelo tiene alto potencial para retener nutrientes en superficie y bajos en profundidad. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), que varía entre media (14.0 meq/100 g de suelo) a baja (7.22 meq/100 g de suelo) y muy bajo (3.86 meq/100 g de suelo); esta reserva se considera insuficiente para el desarrollo de los cultivos, debe de suplementarse. La saturación de bases (SB), es alta (55%) en superficie, media (35% a 37%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P) tienen niveles bajos. El potasio (K) presenta contenidos altos en todo el perfil. Respecto a los cationes, el calcio (Ca) es alto en el primer horizonte y decrece en profundidad; el magnesio (Mg) se encuentran en cantidades altas y disminuye en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el Zinc (Zn) y manganeso (Mn), presentan valores altos en todo el perfil; el hierro (Fe), es medio en superficie y aumenta en profundidad y el cobre (Cu), es bajo en superficie y aumenta en la profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

F). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 011002)

Considerando que el suelo Typic Haplustolls, familia franca fina sobre esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil modal PM 011002), se encuentra más extendido en la unidad cartográfica, las características principales y las recomendaciones generales de uso y manejo van dirigidas a este suelo.

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), de moderada evolución, moderadamente superficiales; con drenaje moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente finas, abundantes fragmentos de roca en el perfil; pH fuertemente ácido en superficie; con contenidos bajos de materia orgánica; capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables medias; saturación de bases altas, fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, estan dados por las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y moderadamente escarpada (50 al 75%), erosión severa, drenaje moderadamente excesivo y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estos suelos tienen capacidad de uso forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y manejo de bosques naturales. Debido a que pertenecen al relieve de cañones y cañadas su propósito es servir como zonas de amortiguamiento de estos cañones. Se recomienda conservar estas zonas bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

Los cañones y cañadas están muy expuestos a procesos erosivos, por lo que no deben ser utilizados para las prácticas agrícolas en general; debe conservarse la vegetación existente y se deberá propiciar la revegetación con especies nativas en las áreas deforestadas. Es necesario establecer programas de control de incendios forestales.

G) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011002)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase AQKe3 pertenece a la clase VII, suclase VII e y grupo de manejo VII e-1, la fase AQKf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1, poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.4.15 Unidad AQL

Consociación Villalobos: Typic Dystrustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 010107.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran en inmediaciones de las fincas El Morán y San Agustín las Minas, del municipio de Villa Canales. De la finca La Chorrera, del municipio de Guatemala. De los ríos Villalobos y Pinula, colonia El Frutal, ingenio La Amistad, residenciales Villa Hermosa, del municipio de San Miguel Petapa. Así también en los alrededores del río Pinula, comunidad La Cuchilla del Carmen, colonia El Porvenir, del municipio de Santa Catarina Pinula. Así también en los alrededores del rio Villalobos, colonia Santa Catarina, finca San Antonio, granja Maribel, del municipio de Villa Nueva. Del río Las Vacas, colonias Santa Faz, Santa Marta, del municipio de Chinautla. Del río El Zapote, del municipio de San Pedro Sacatepéquez. De la finca La Travesía, del municipio de San Raimundo. Del río Teocinte, quebrada Blanca, del municipio de Palencia. Del río Teocinte, del municipio de San José Pinula. La unidad cartográfica cubre un área de 1,225 hectáreas. En la Figura 4.226, se observa el paisaje característico de la unidad.

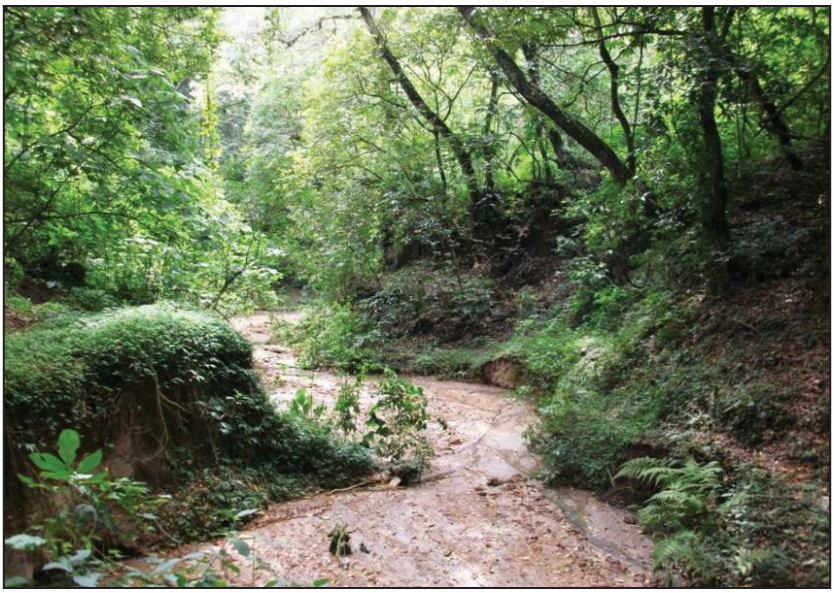


Figura 4.226 Vallecito cubierto con bosque.
Municipio de Guatemala (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la unidad, es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.1 °C; 1,031 mm de precipitación y una altitud media de 1,260 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) lengua de vaca (*Curatella americana*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.226, el uso principal es agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de depósitos aluvio-coluviales, en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje altiplano hidrovolcánico y tipo de relieve vallecito.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% del área, por los suelos Typic Dystrustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010107). En el 15% del área, está compuesta por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011620). El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Villalobos presenta las siguientes fases:

- **AQLbp1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,083 ha.
- **AQLc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 84 ha.
- **AQLcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 43 ha.
- **AQLc2:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 15 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010107)

En la Figura 4.227, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, la como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

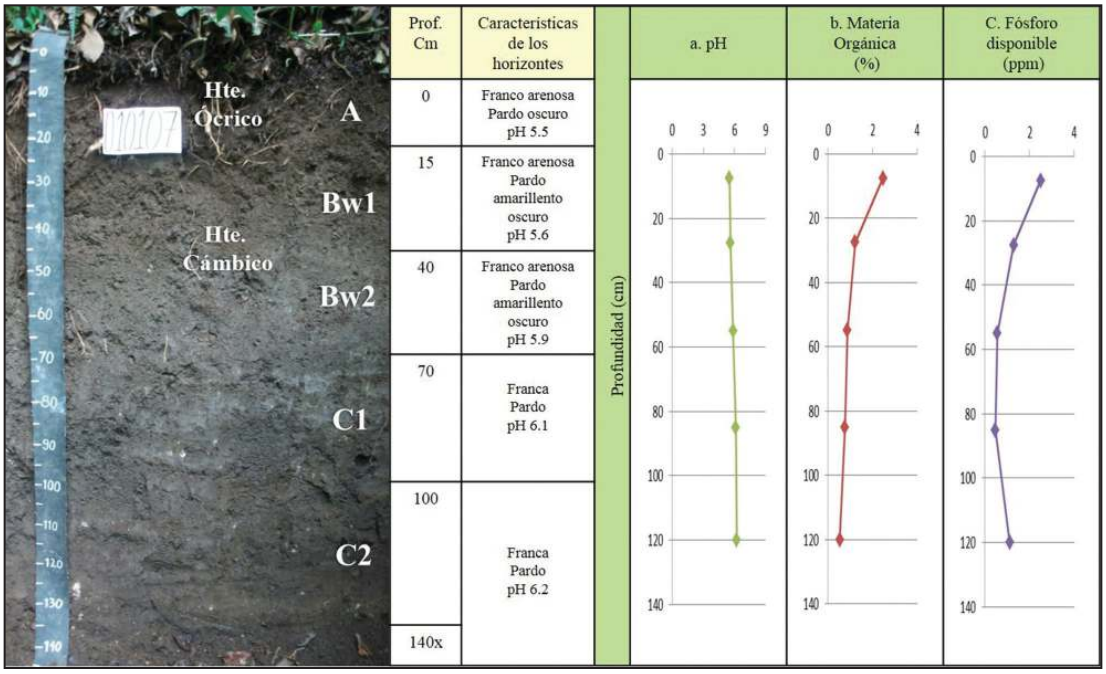


Figura 4.227 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010107) de la Consociación Villalobos. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010107)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Villalobos
Símbolo		AQL
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Dystrustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Guatemala
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Parque ecológico Jacarandas de Cayalá
	Coordenadas planas	X: 501193
		Y: 1616311

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,830
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Depósitos aluvio – coluviales
Altitud		1,424 m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,320 mm.
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Protección, conservación
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca

Vegetación natural	Pino, encino, matorrales
Describió	Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción	8/8/2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 15 cm. A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%) irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.
15 – 40 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%) irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.6, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
40 – 70 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%) irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
70 – 100 cm. C1	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franca; poca gravilla (15%) irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; limite gradual y ondulado.
100 – 140 cm. C2	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franca; poca gravilla (10%) irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010107)

Cuadro 4.250. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010107)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	0.80	1.34	53.89	41.97	37.67	30.05	19.74	15.86	8.68	12.13	28.17	40.30
15-40	0.89	2.02	49.95	35.19	29.87	28.01	19.35	15.75	8.65	22.48	33.46	55.94
40-70	1.10	2.06	38.67	30.97	28.39	26.99	21.33	19.36	9.13	12.38	34.22	46.60

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-15	29.99	28.99
15-40	30.37	21.23
40-70	29.37	19.26

Cuadro 4.251. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010107)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	53.71	27.16	19.13	FA	FA	5.00	5.5	1.30	2.47	-	-	-	2.50		
15-40	54.92	25.81	19.27	FA	FA	5.00	5.6	0.64	1.22	-	-	-	1.29		
40-70	57.69	24.08	18.23	FA	FA	10.00	5.9	0.46	0.87	-	-	-	0.55	6.03	Media
70-100	29.38	45.71	24.91	F	A	15.00	6.1	0.40	0.76	-	-	-	0.46		
100-140	46.24	32.27	21.49	F	A	10.00	6.2	0.28	0.53	-	-	-	1.11		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	17.09	6.11	10.98	6.11	4.43	1.36	0.27	0.05		25.93	7.94	1.60	0.30	0.0
15-40	14.24	4.57	9.67	4.57	3.14	1.18	0.23	0.03		22.01	8.27	1.64	0.18	0.0
40-70	16.52	6.57	9.95	6.57	4.54	1.64	0.30	0.08		27.49	9.93	1.84	0.51	0.0
70-100	31.90	14.95	16.95	14.95	10.16	4.23	0.27	0.29		31.84	13.26	0.85	0.92	-
100-140	23.36	9.58	13.78	9.58	6.42	2.77	0.12	0.27		27.48	11.86	0.53	1.14	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	35.78	1.18	2.04	50.69	39.89	-	-	-
15-40	32.10	1.90	0.98	74.56	16.62	-	-	-
40-70	39.78	3.19	1.30	56.41	10.86	-	-	-
70-100	46.86	3.77	1.32	59.52	9.52	-	-	-
100-140	41.01	3.36	1.62	59.10	6.61	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010107)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.227, los suelos presentan un perfil con nomenclatura A (15 cm de espesor); Bw1 (25 cm de espesor); Bw2 (30 cm de espesor); C1 (30 cm de espesor) y C2 (40 cm de espesor). El horizonte **A,** presenta color en húmedo pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **BW1**, tiene color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** exhibe color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1**, es de color en húmedo pardo, textura (de laboratorio) franca, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta. El horizonte **C2**, tiene color en húmedo pardo, textura (de laboratorio) franca, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.250, y de granulometría que se muestra en el Cuadro 4.251, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos (1.34 y 2.06 g/cc). La densidad aparente es muy baja (0.80 y 0.89 g/cc) en los horizontes superficiales y baja (1.10 g/cc) en los demás. La porosidad total se presenta como media (40%) en superficie y alta (47%) en profundidad; en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos y microporos en los horizontes superficiales, existe una dominancia de los microporos con valores de 28% y 34%, mientras que los valores de los macroporos están en un 12% y 22%; estas características permiten un drenaje adecuado, infiltración y moderada permeabilidad del agua en el suelo; la retención de humedad es media (29%) en superficie y disminuye con la profundidad (19%), es limitante para el desarrollo de cultivos.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.251, los suelos presentan pH fuertemente ácido (5.5) en el primer horizonte y moderadamente ácido (5.6 a 5.9) en el segundo y tercero, ligeramente ácido (6.1 a 6.2) en los restantes. El contenido de materia orgánica (MO), posee valores bajos (2.47% a 0.53%) en todo el perfil, estos valores están relacionados con el suministro de parte de los nutrientes para las plantas.

En cuanto a la capacidad de intercambio de cationes (CICA), esta muestra valores medios (14 a 17 meq/100 g de suelo) en superficie y alta (23 a 32 meq/100 g de suelo) en profundidad, estos suelos tienen un potencial medio para retener nutrientes útiles para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), bajas (6.11 meq/100 g de suelo) en superficie, muy bajos (4.57 meq/100 g de suelo) en el segundo y medios (14.95 meq/100 g de suelo) en los restantes, esta reserva se considera insuficiente para el desarrollo de los cultivos. La saturación de bases (SB), es media (35% a 41%), exceptuando al segundo horizonte que presenta valores bajos (32%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), y el fósforo disponible (P), son bajos; el calcio (Ca) y el potasio (K) muestran valores medios; el magnesio (Mg), tiene valores bajos.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en superficie y aumenta en profundidad, el zinc (Zn), se encuentra con valores bajos; el hierro (Fe), se encuentra con contenidos altos y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas en superficie y decrece en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 010107)

Estos suelos se han originado de depósitos aluvio coluviales, tienen moderada evolución, suelos profundos; bien drenados; con texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; pH fuertemente ácido en superficie; contenidos bajos de materia orgánica; capacidad de intercambio de cationes media; con bases intercambiables muy bajas en superficie; saturación de bases tiene valores medios, de fertilidad media. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se relacionan con las pendientes y ligeramente inclinadas (3% al 7%) y moderadamente inclinadas (7% al 12%); niveles de pH fuertemente ácidosy deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes ligeramente inclinadas (3 a 7%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera; la fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), con erosión ligera y moderada; la fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), pedregosdidad superficial en algunas áreas, erosión ligera; tienen capacidad de uso agrícola y son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción y para ganadería.

Para un adecuado manejo de los suelos, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas aumentar la intensidad de las mismas, conforme aumenta la pendiente. Son necesarias prácticas como: siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento de barreras vivas y barreras muertas. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolonga en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, bancos forrajeros y cercos vivos; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo usando hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debería suplementarse el hierro (Fe); además se recomienda aplicar foliarmente, cobre (Cu) y Zinc (Zn). Respecto a las enmiendas agrícolas para la acidez, su diseño dependerá de los estudios de suelos a nivel de finca y del tipo de cultivo a establecerse. Se necesita riego en la época seca, utilizando métodos por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010107)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases AQLbp1 y

AQLcp1 pertenecen a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-4, la fase AQLc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-8, la fase AQLc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-1; todas estas tierras son de vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011620)

Esta unidad contiene en un 15%, de su superficie, como la inclusión el suelo **Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 011620),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, las texturas (de laboratorio) moderadamente finas, la densidad aparente presenta valores bajos, la porosidad total tiene altos valores. La humedad aprovechable posee valores medios, el pH es muy fuertemente ácido en el primer horizonte, ligeramente ácido en el segundo y neutro en los siguientes, la materia orgánica (MO) muestra cantidades bajas; la capacidad de intercambio de cationes (CICA) es media, con saturación de bases (SB) baja en el primer horizonte y aumenta en profundidad, la fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.16 Unidad ABA

Complejo Cerro Alto: Lithic Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 011613 y Coladas de Lava.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran en inmediaciones del Cerro Gordo del municipio de Villa Canales y del río La Concha, del municipio de Fraijanes. Abarca una extensión de 531 hectáreas. En la Figura 4.228, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.228 Domo con pastos y matorrales; municipio de Villa Canales (Foto: R. Pacheco 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la unidad, es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anuela de 20.0° C; 1,357 mm de precipitación y una altitud de 1,186 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizadas por las especies de pino colorado (*Pinus oocarpa*) lengua de vaca (*Curatella americana*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.228, se observan pastos y arbustos.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve domo.

Esta unidad cartográfica conforma un complejo, compuesto en un 50% del área, por los suelos Lithic Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 011613); en el 40% de la superficie por coladas de lava. El 10% del área restante, está ocupada por otros suelos que no fueron identificados.

El Complejo Cerro Alto presenta las siguientes fases:

- **ABAdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 508 ha.
- **ABAep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 23 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011613)

En la Figura 4.229, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de campo), la profundidad de los horizontes y el color. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

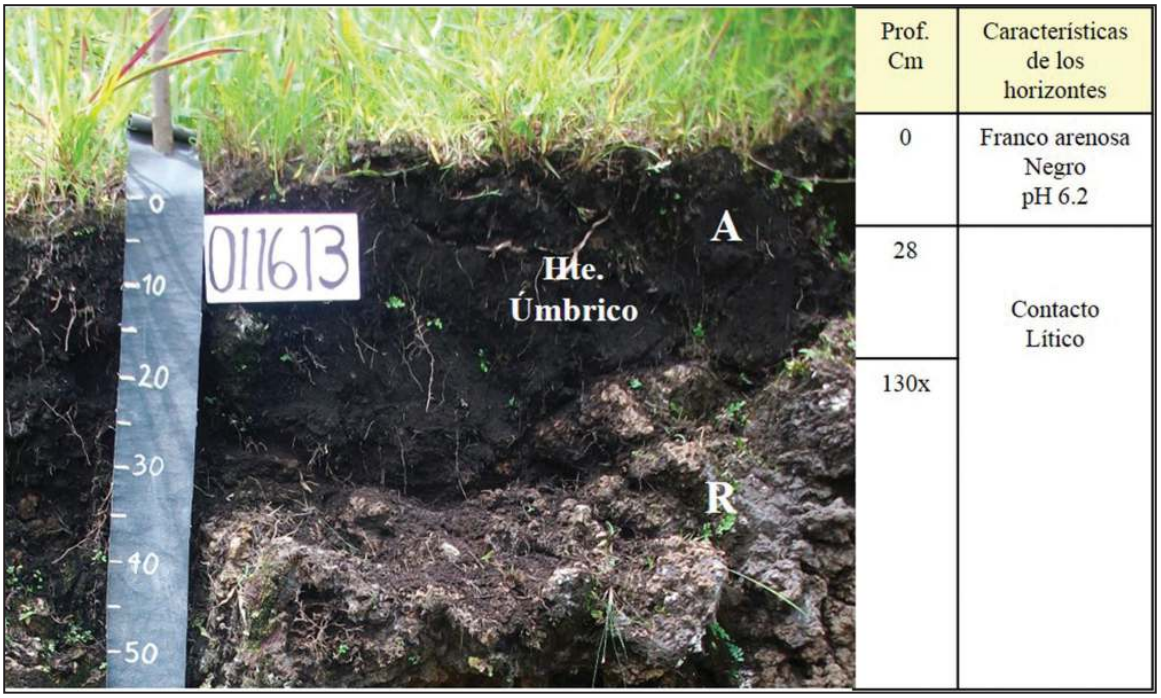


Figura 4.229 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011613) del Complejo Cerro Alto (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011613):

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Complejo Cerro Alto
Símbolo		ABA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Lithic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	El Jocotillo
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 503679
		Y: 1588877
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,270
	Línea de vuelo No.	231
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidrovolcánico
	Tipo de relieve	Domo
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,106 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,411 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	50 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	28 cm
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Abundante pedregosidad superficial, contacto lítico y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pasto jaragua
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		01-08-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 28 cm A	Color en húmedo negro (10Y2/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de origen volcánico; estructura en gránulos, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, muy finas y finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro e irregular.
28 – 130 cm R	Roca.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011613)

Cuadro 4.252. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011613)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-28	0.67	2.25	101.66	52.93	51.71	48.90	44.52	43.40	21.35	34.50	35.72	70.22

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-28	67.94	30.36	-	-	-	-

Cuadro 4.253. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011613)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-28	68.32	27.73	3.95	FA	FA	15 .00	6.2	7.08	13.45	-	-	-	0.10	6.56	Media

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-28	32.47	6.61	25.86	6.61	5.32	1.11	0.12	0.06		16.38	3.42	0.38	0.18	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melanico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-28	20.36	0.20	0.79	4.34	13.54	64.80	1.23	0.68	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011613)

Estos suelos tienen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.229, los suelos presentan un perfil con nomenclatura A (28 cm de espesor) y R (102 cm de espesor). El horizonte **A,** presenta color negro, textura (al tacto) franco arenosa, estructura en gránulos débilmente desarrollados, consistencia en húmedo muy friable; el horizonte **R,** es un material cohesivo y coherente (roca).

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.252 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.253, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos de 2.25 g/cc. La densidad aparente es muy baja (0.67 g/cc). La porosidad total es muy alta (70%); de la cual el 34% corresponde a los macroporos y el 35% a los microporos; evidenciando un equilibrio entre la macro y la microporisdad, responsables de la buena permeabilidad y drenaje. Presenta media retención de humedad aprovechable (30.3%) para las plantas. A los 28 cm, los suelos presentan una limitación mecánica para la penetración de raíces, causada por la presencia de material masivo y coherente.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el cuadro 4.253, los suelos tienen un pH ligeramente ácido (6.2), adecuado para la mayoría de cultivos; el contenido de materia orgánica (MO), es alto (13.45%). La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (32.4 meq/100 g de suelo), lo que indica que presenta alto potencial para retener nutrientes necesarios para las plantas. El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) reportan un valor bajo (6.6 meq/100 g de suelo), insuficientes para el desarrollo de los cultivos, deben ser suplementadas. La saturación de bases (SB), es baja (20.3%). La retención fosfórica tiene niveles medios (64.8%) debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, esto implica que las aplicaciones de fosfatos deben ser fraccionadas.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), el fósforo disponible (P) y el potasio (K) se encuentran bajos. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), presenta valores medios; el magnesio (Mg), reporta valores bajos.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), el zinc (Zn), y el hierro (Fe), tienen niveles bajos; el manganeso (Mn), presenta cantidades altas. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del perfil modal (PM 011613)

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen moderada evolución, son superficiales; bien drenados; de texturas (al tacto) moderadamente gruesas, con material masivo y coherente a los 28 cm; pH ligeramente ácido; contenidos altos de materia orgánica. Con alta capacidad de intercambio de cationes, bajo contenido de bases igual que su saturación y media fertilidad. Presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", por permanecer secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos se deben a las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundantes fragmentos de roca en el perfil, abundante pedregosidad superficial y ligeramente escarpadas (25 al 50%), suelos superficiales (por la presencia de un horizonte R a los 28 cm), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), con erosión ligera y abundante pedregosidad superficial, tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

En estos suelos es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una buena cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea.

Es muy importante mantener y aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo,) se recomienda aplicar foliarmente, cobre (Cu), zinc (Zn) y Manganeso (Mn). Además debería suplementarse el hierro (Fe). Se necesita riego en la época seca, por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011613)

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ABAdp1 pertenece a la clase VI, suclase VI s y grupo de manejo VI s-3, la fase ABAep1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-7; ambas poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del complemento de la unidad

Las coladas de lava, representan un 40% de la unidad cartográfica, se manifiestan en superficie por emisiones recientes de flujos de lava viscosa y las más antiguas aparecen recubiertas parcialmente por suelos muy superficiales, los cuales se han ido formando a través del tiempo a partir de materiales piroclásticos como tefras, ceniza y pómez, donde han crecido líquenes y vegetación arbustiva, formando los suelos indicados. Las coladas de lava se explican con mayor detalle al final de este capítulo como áreas de no suelos, con el símbolo CL.

4.3.4.17 Unidad ABB

Consociación Arrazola: Typic Humustepts, familia fina, mezclada, activa, isotérmica, perfil modal 011306.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentra a inmediaciones de las fincas El Pino, California, La Morena, aldea Las Anonas, caserío Las Flores, Cerro Ladino y colonia Arrazola Panorama, del municipio de Fraijanes. Así también en los alrededores de las fincas El Paraíso, El Tular, Las Joyas, San Antonio El Tular, hacienda San Francisco, aldea Contreras y caserío San Isidro, del municipio de San José Pinula. Del caserío El Rincón del municipio de Palencia. De la finca Arrazola del municipio de Santa Catarina Pínula. La unidad abarca una extensión de 1,680 hectáreas. En la Figura 4.230, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.230 Lomas con cítricos, pastos naturales y bosque. Municipio de Fraijanes (Foto: O. Hernández 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la unidad, es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 17.76 °C; 1,549 mm de precipitación y una altitud media de 1,780 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), caracterizada por las especies encino (*Quercus* spp), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ciprés (*Juniperus comitana)* e ilamo (*Alnus jorullensis*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.230, el uso principal es agricultura y ganadería extensiva.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve lomas.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% de su superficie, por los suelos Typic Humustepts, familia fina, mezclada, activa, isotérmica (perfil modal, PM 011306); en un 15% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010201) y en un 10% del total del área restante, por los suelos Vertic Haplustalfs, familia arcillosa sobre franca, activa, isotérmica (perfil inclusión, PI 010308).
La Consociación Arrazola presenta las siguientes fases:

- **ABBd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 949 ha.
- **ABBd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 33 ha.
- **ABBe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 471 ha.
- **ABBe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 227 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011306)

En la Figura 4.231, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

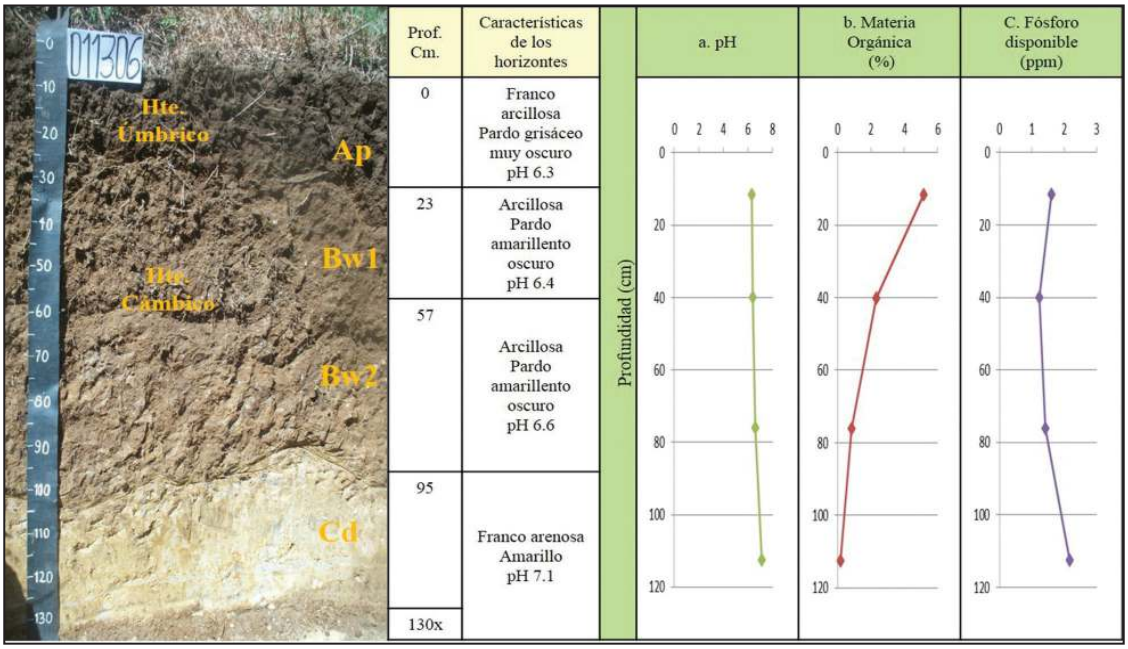


Figura 4.231 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011306) de la Consociación Arrazola. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011306)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Arrazola
Símbolo		ABB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia fina, mezclada, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Fraijanes
	Aldea	Arrazola, Panorama
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino a ciudad de los Prados
	Coordenadas planas	X: 506027
		Y: 1606339
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,611
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Laderas
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,924 m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,301 mm.
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	21.0 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	95 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura y ganadería
	Cultivos	Cítricos
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada, presencia de material compactado
Vegetación natural		Encino, pino y pastos naturales
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		12/12/2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 23 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
23 – 57 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, finas, medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
57 – 95 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y ondulado.
95 – 130 cm. Cd	Color en húmedo amarillo (10YR7/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (30%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil modal (PM 011306)

Cuadro 4.254. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011306)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	1.20	2.36	76.03	39.21	34.69	30.55	27.57	24.06	18.61	26.73	22.43	49.15
23-57	0.89	2.48	70.01	34.48	33.43	30.65	29.94	25.73	18.50	33.50	30.62	64.11

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-23	15.77	16.08	-	-	-	-
23-57	23.21	14.93	-	-	-	-

Cuadro 4.255. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011306)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-23	33.73	27.51	38.76	FAr	FAr	-	6.3	2.72	5.16	-	-	-	1.61	7.62	Alta
23-57	30.8	26.25	42.95	Ar	FAr	-	6.4	1.22	2.31	-	-	-	1.23		
57-95	33.98	23.24	42.78	Ar	FAr	-	6.6	0.44	0.83	-	-	-	1.42		
95-130	53.61	26.65	19.74	FA	FAr	30.00	7.1	0.09	0.17	-	-	-	2.17		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	30.10	12.43	17.67	12.43	8.47	2.37	1.26	0.33	-	28.16	7.86	4.18	1.09	0.0
23-57	24.79	7.88	16.90	7.88	5.35	0.99	1.05	0.49	-	21.60	4.01	4.22	1.98	0.0
57-95	20.07	6.08	13.99	6.08	3.95	0.86	0.74	0.53	-	19.67	4.29	3.68	2.65	0.0
95-130	10.03	4.92	5.12	4.92	3.22	0.93	0.48	0.29	-	32.12	9.24	4.75	2.90	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-23	41.28	3.39	5.84	40.95	119.81	-	-	-
23-57	31.81	4.86	3.61	85.53	66.94	-	-	-
57-95	30.28	2.44	1.68	149.02	28.09	-	-	-
95-130	49.01	0.95	0.42	33.60	6.73	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.256. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil modal (PM 011306)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-23	23-57	57-95
Material no cristalino	++++	++++	++++
Micas	+	++	++
Metahaloisita (haloisita 7Å)	++	++	++
Cristobalita	tr	Tr	-

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)		
	00-23	23-57	57-95
Feldespatos	58	55	60
Vidrio volcánico	2	2	1
Cuarzo	4	4	4
Hornblenda	18	5	3
Lamprobolita	tr	1	1
Hiperstena	4	tr	1
Diópsido	tr	tr	tr
Biotita	2	1	tr
Circón	tr	tr	tr
Granos alterados	tr	6	4
Fragmentos líticos	1	2	3
Hematita	3	6	11
Magnetita	10	17	10
Rutilo	-	1	2

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011306)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.231 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (23 cm de espesor); Bw1 (34 cm de espesor); Bw2 (38 cm de espesor) y Cd (35 cm de espesor). El horizonte **Ap**, presenta color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1**, muestra color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques angulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2**, tiene color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques angulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd**, es de color en húmedo amarillo, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.254 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.255, los suelos presentan texturas (de laboratorio) finas. La densidad real muestra valores bajos (2.36 y 2.48 g/cc). La densidad aparente varía de baja (1.20 g/cc) en el horizonte superficial, a muy baja (0.89 g/cc) en profundidad. La porosidad total varía de alta (49%) en el primer horizonte, a muy alta (64%) en el siguiente; de la cual los macroporos ocupan entre el 27% y el 33% y la microporosidad entre el 22% y 31%; donde se evidencia la dominancia de la macro sobre la microporosidad. La retención de humedad aprovechable es baja (16% a 15%), lo que no permite un adecuado desarrollo de las plantas. Existen limitaciones a los 95 cm de profundidad, por la presencia de material compactado, lo que provoca limitaciones mecánicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.255, tienen pH ligeramente ácido (6.3 a 6.4) en los primeros dos horizontes y neutro (6.6 a 7.1) en los demás, valores adecuados para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), varía de alto (5.1%) en el horizonte superior a bajo (2.3%

a 0.17%) en profundidad; estos valores están relacionados con el suministro de nutrientes para las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (30.1 a 20 meq/100 g de suelo) hasta el tercer horizonte y baja (10.03 meq/100 g de suelo), en el último, por lo que presenta alta capacidad de retención de nutrientes necesarios para la planta. El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) varía de medio a muy bajo (12.4 a 4.92 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente, deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es media (41.2%) en superficie y baja (31.8% a 20.2%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), son bajos en todo el perfil; el potasio (K), presenta contenidos altos. De los cationes el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas; el magnesio (Mg), presenta valores bajos.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores medios en el primer y tercer horizonte y aumenta en profundidad, el zinc (Zn), se encuentra medio en superficie y decrece en profundidad; el hierro (Fe), se encuentra con contenidos altos en todo el perfil, y el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades altas superficialmente y disminuye en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, químicamente, la fertilidad natural de los suelos es alta.

De acuerdo con el Cuadro 4.256 de los resultados de los análisis **mineralógicos**: en la fracción arcilla el material no cristalino domina; las micas y la metahaloisita son comunes; se encuentran trazas de cristobalita. En la fracción arena los feldespatos dominan; la horblenda, hematita y magnetita están presentes; el vidrio volcánico, cuarzo, lamprobolita, hiperstena, diópsido, biotita, circón, granos alterados, fragmentos líticos y rutilo se presentan trazas.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM011306)

Estos suelos tienen moderada evolución, se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), son moderadamente profundos; bien drenados; de texturas (de laboratorio) finas; pH ligeramente ácido; con contenidos altos de materia orgánica en el horizonte superior. Capacidad de intercambio de cationes alta; medio contenido de bases en superficie al igual que la saturación de bases y alta fertilidad. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, porque permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura media del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se relacionan con las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%); erosión ligera y moderada, las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), con erosión ligera y moderada, tienen capacidad de uso agrícola y son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción y para ganadería.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), con erosión ligera y moderada, con capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

En los suelos de capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar erosión hídrica, plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel y establecer

acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Las actividades relacionadas con la ganadería incluyen: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, cercos vivos y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo usando hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos de capacidad de uso agroforestal es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, como plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una buena cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea.

En todas las fases se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad favorece el desarrollo del suelo y sus características.

Es importante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo se recomienda aplicar foliarmente, cobre (Cu) y zinc (Zn). Se necesita riego en la época seca, por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011306)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABBd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-4, ABBd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-2, ambas poseen vocación agrícola.

Las fases ABBe1y ABBe2 pertenecen a la clase VI, suclase VI p y grupo de manejo VI p-6, posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 010201, PI 010308)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a:

En un 15% del total del área, contiene el suelo **Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa,**

superactiva, isotérmica (PI 010201), se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas, con densidad aparente y porosidad total baja. La humedad aprovechable es baja en el primer y tercer horizonte y media en el segundo. El pH es ligeramente ácido; la materia orgánica (MO), es media en el primer horizonte y baja en el resto del perfil; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta, la saturación de bases (SB), tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en los restantes. La retención fosfórica presenta valores medios, la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del total del área, contiene el suelo **Vertic Haplustalfs, familia arcillosa sobre franca, activa, isotérmica (PI 010308),** se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas, densidad aparente baja; porosidad total baja en el horizonte superficial y alta en el segundo; la humedad aprovechable es baja. El pH, es moderadamente ácido en el primer horizonte, neutro en el segundo y ligeramente ácido en los restantes. La materia orgánica (MO), es media en el primer horizonte y baja con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media a excepción del último horizonte donde es alta. La saturación de bases (SB), se califica como media en el primer y tercer horizonte y baja en los demás. La fertilidad natural es media (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.18 Unidad ABC

Consociación La Cabaña: Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica, perfil modal 011616.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran en inmediaciones del caserío Piedras Paches y la finca La Cabaña, Cobarú, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 465 hectáreas. En la Figura 4.232, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.232 Lomas con café bajo sombra y bosque. Municipio de Villa Canales (Foto: W. González 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.0 °C; 1,641 mm de precipitación y una altitud media de 1,036 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*),

lengua de vaca (*Curatella americana*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.232, el uso principal es agricultura y la cobertura vegetal es bosque.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve lomas.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% de su superficie, por los suelos Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica (perfil modal, PM 011616). En un 20% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011624) y en el 5% del área restante por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación La Cabaña presenta las siguientes fases:

- **ABCcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), abundante pedregosidad y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 248 ha.
- **ABCd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 58 ha.
- **ABCdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 49 ha.
- **ABCdp2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 67 ha.
- **ABCep1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 43 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011616)

En la Figura 4.233, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

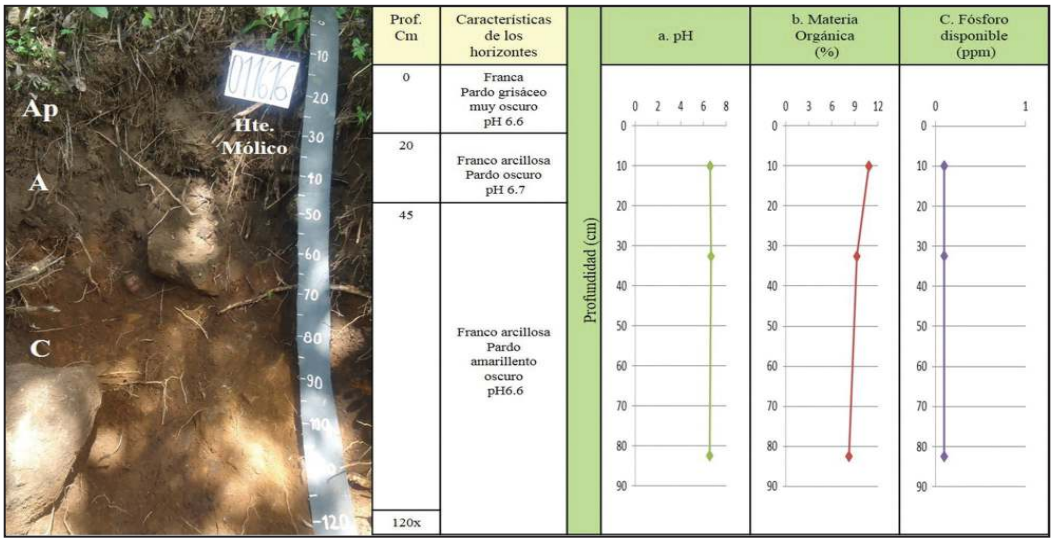


Figura 4.233 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011616) de la Consociación La Cabaña. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011616)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Cabaña
Símbolo		ABC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Humic Haplustands, familia esquelética medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Cobarú
	Coordenadas planas	X: 495882
		Y: 1583953
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,442
	Línea de vuelo No.	233
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,022 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,800 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	35 %
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	45 cm
	Limitante	Fragmentos de roca (> 60% por volumen)
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Suelos superficiales, presencia de fragmentos roca en el perfil, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Roble, ceibillo, palo blanco
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		01-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro e irregular.
20 – 45 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; poca piedra (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro e irregular.
45 – 120 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; extremadamente abundante piedra (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011616)

Cuadro 4.257. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011616)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.41	1.91	86.80	53.55	52.47	42.23	28.26	25.90	21.60	31.06	47.47	78.53
20-45	0.66	2.35	92.45	56.82	45.14	41.23	34.99	31.33	20.88	36.80	35.11	71.91

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	33.88	30.87	-	-	-	-
20-45	43.68	24.26	-	-	-	-

Cuadro 4.258. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011616)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-20	64.47	29.48	6.05	FA	F	5.00	6.6	5.70	10.83	-	-	-	0.10	8.28	Alta
20-45	74.47	21.51	4.02	AF	FAr	15.00	6.7	4.86	9.23	-	-	-	0.10		
45-120	60.65	35.04	4.31	FA	FAr	70.00	6.6	4.32	8.21	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	55.83	33.92	21.90	33.92	26.30	6.79	0.77	0.06	-	47.11	12.16	1.37	0.12	0.0
20-45	52.41	24.27	28.14	24.27	16.71	7.27	0.25	0.04	-	31.89	13.88	0.48	0.07	0.0
45-120	59.25	17.14	42.11	17.14	11.05	5.87	0.15	0.06	-	18.65	9.91	0.26	0.11	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	60.77	0.23	3.79	1.87	13.91	64.80	2.31	0.48
20-45	46.32	0.25	1.25	1.89	9.53	85.30	2.80	0.45
45-120	28.93	0.30	0.48	1.11	7.14	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011616)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.233 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (0-20 cm de espesor); A (25 cm de espesor) y C (75 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en gránulos débilmente desarrollados, consistencia en húmedo muy friable; el horizonte **A,** tiene color pardo oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable; el horizonte **C,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.257 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.258, presentan texturas (al tacto) moderadamente finas, con extremadamente abundantes fragmentos de roca a los 45 cm La densidad real presenta valores bajos entre 2.36 y 2.48 g/cc. La densidad aparente varía en el perfil de baja (1.2 g/cc) en el primer horizonte a muy baja (0.89 g/cc) en profundidad. La porosidad total es muy alta (78% a 72%); entre el 31% y el 37% corresponden a los macroporos y entre el 47% y 35% a los microporos; donde domina la microporosidad sobre la macroporosidad; responsables de una buena permeabilidad, drenaje y de la retención de humedad aprovechable que varía de media a baja (30.8% a 24.6%). Existen limitaciones a los 45 cm de profundidad, por la presencia de fragmentos de roca mayor al 60%, lo que provoca limitaciones para una adecuada penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.258, tienen un pH neutro (6.6 a 6.7), que no es limitante para el desarrollo de la mayoría de cultivos; el contenido de materia orgánica (MO), es alto (10.8% a 8.2%) en el perfil; estos valores se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro de parte de los nutrientes a las plantas y de constituyentes energéticos a los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (55.8 a 59.2 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, por lo que tiene alto potencial para retener nutrientes necesarios para las plantas. El contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) varía de alto (33.9 meq/100 g de suelo) a medio (17.1 meq/100 g de suelo) en profundidad, esta reserva se considera insuficiente, por lo que deben suplementarse. La saturación de bases (SB), varía de alta (60.7%) en superficie y baja (28.9%) en profundidad. La retención fosfórica tiene valores medios (64.8% a 85%) debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, esto implica que la aplicación de fosfatos debe hacerse de forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo disponible (P), son bajos en todo el perfil. El potasio (K), presenta contenidos medios. Con relación a los cationes el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), presentan altos valores.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta bajos valores; el zinc (Zn), es medio en el primer horizonte y bajo en profundidad; el hierro (Fe), se encuentra bajo en todo el perfil; el manganeso (Mn), tiene cantidades altas en el primer horizonte y medias en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de los suelos (PM 011616)

Estos suelos se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), de evolución moderada, son superficiales; bien drenados; de texturas (al tacto) moderadamente finas, con fragmentos de roca a partir de los 45 cm; pH neutro; contenidos altos de materia orgánica. Con capacidad de intercambio de cationes, contenido de bases en superficie, saturación de bases y fertilidad alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad se califica como "ústico", o sea que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura media del suelo varía de 17.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo estan realcionandas con las pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), abundante pedregosidad superficial en algunas áreas, suelos superficiales limitados por presencia de abundantes fragmentos de roca en

el perfil, erosión ligera y moderada, las deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Estas tierras tienen capacidad de uso agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo, así como para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para el manejo de estos suelos, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, utilizando la pedregosidad presente en el área. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que mantengan una buena cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejarlo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

En todas las fases se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo.

Es muy importante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; debido a que presenta valores moderados de retención fosfórica, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, en dosis moderadas, aplicaciones cercanas a las raíces y en forma periódica. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo se debe suplementar con hierro (Fe) y aplicar foliarmente, cobre (Cu) y zinc (Zn). Se necesita riego en la época seca, por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011616)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, las fases ABCcp1, ABCdp1 y ABCdp2 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-3; la fase ABCd1 pertenece a la clase VI, suclase VI s y grupo de manejo VI s-2; la fase ABCep1 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-5. Estas tierras tienen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011624)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión en el 20% de su superficie, el suelo **Typic Humustepts, familia esquelética franca, superactiva, isotérmica (PI 011624),** se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente muy baja, la porosidad total es media en el primer horizonte y alta en el segundo, la humedad aprovechable presenta valores medios en el perfil, el pH es neutro en el primer y tercer horizonte y ligeramente ácido en el segundo. La materia orgánica (MO), presenta contenidos altos hasta el segundo horizonte y medios en el tercero, la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta en todo el perfil, la saturación de bases (SB), posee altos valores en superficie y medios en profundidad. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).



4.3.4.19 Unidad ABD

Consociación Agua Tibia: Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 010318

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran en inmediaciones de la aldea El Paraíso, caserío Las Pitas y paraje Común Viejo, del municipio de San José Pinula. Inmediaciones de la quebrada Blanca, del municipio de Palencia. La unidad cartográfica cubre un área de 499 hectáreas. En la Figura 4.236, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.236 Abanico-terraza con pastos naturales y bosque. Municipio de San José Pinula (Foto: M. Tum 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C; de 1,779 mm de precipitación y una altitud media de 1,631 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t),caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.236, el uso principal es ganadería extensiva y la cobertura es de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras, pómez y lodos; en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), correspondientes al paisaje de Altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve abanico-terraza.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% de su superficie por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010318). El 10% de su área por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010324). Otro 10% de su superficie por los suelos Pachic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010518) y en un 5% restante de su área total por los suelos Typic Ustorthents, familia esquelética arenosa sobre fragmental, no ácida, isotérmica (perfil inclusión, PI 010534).

La Consociación Agua Tibia presenta las siguientes fases:

- **ABDc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 154 ha.
- **ABDcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 114 ha.
- **ABDd1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 143 ha.
- **ABDdp1:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 88 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010318)

En la Figura 4.237, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

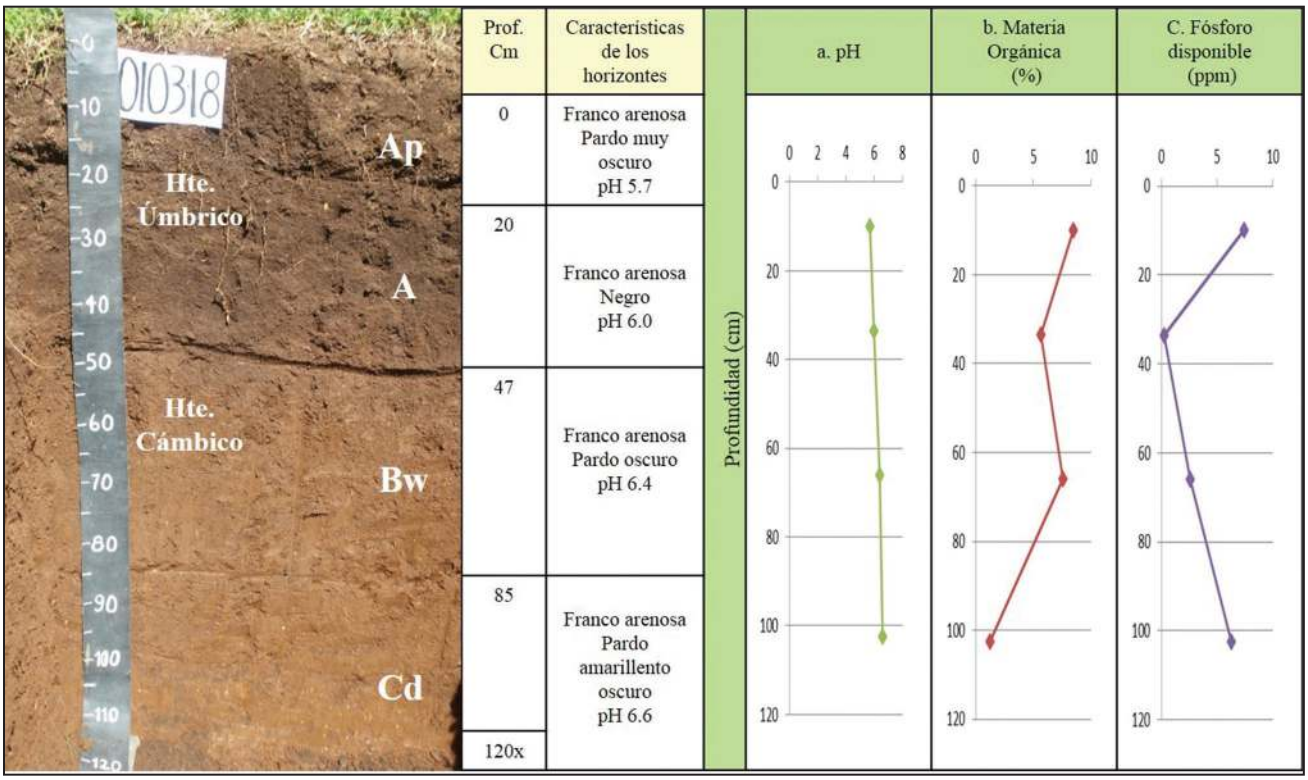


Figura 4.237 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010318) de la Consociación Agua Tibia. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010318)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Agua Tibia
Símbolo		ABD
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Hacienda Nueva
	Coordenadas planas	X: 514390
		Y: 1607805
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,596
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Abanico-terraza
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Tefras, pómez y lodos
Altitud		1,746 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,900 mm
	Temperatura promedio anual	18.5 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	-
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	85 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Ganadería y forestal
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente inclinadas, material compactado y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pino. Pastos naturales
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		06-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay reacción al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
20 – 47 cm A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
47 – 85 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
85 – 120 cm Cd	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010318)

Cuadro 4.259. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010318)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.02	1.34	83.96	42.87	27.93	25.13	24.82	21.65	15.05	15.94	7.94	23.88
20-47	1.27	1.74	79.94	39.71	32.28	30.63	26.66	23.26	17.57	16.10	10.91	27.01
47-85	1.29	2.15	79.90	40.47	34.91	33.82	28.67	24.27	21.16	22.52	17.48	40.00

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	28.07	12.88	-	-	-	-
20-47	33.46	14.71	-	-	-	-
47-85	32.98	13.75	-	-	-	-

Cuadro 4.260. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010318)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-20	65.12	16.00	18.88	FA	FArA	-	5.7	4.45	8.45	-	-	-	7.43	7.68	Alta
20-47	74.15	16.62	9.23	FA	FArL	-	6.0	2.97	5.65	-	-	-	0.27		
47-85	57.27	35.54	7.19	FA	ArL	-	6.4	3.99	7.59	-	-	-	2.58		
85-120	67.72	18.82	13.47	FA	Ar	-	6.6	0.66	1.25	-	-	-	6.31		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	18.80	7.02	11.78	6.92	4.63	1.54	0.64	0.11	0.10	24.63	8.19	3.40	0.59	1.4
20-47	22.22	8.65	13.57	8.57	6.54	1.27	0.64	0.12	0.08	29.43	5.72	2.88	0.54	0.9
47-85	22.79	7.82	14.97	7.80	5.84	1.28	0.54	0.14	0.02	25.63	5.62	2.37	0.61	0.3
85-120	23.93	9.08	14.85	9.06	6.76	1.43	0.70	0.17	0.02	28.25	5.98	2.93	0.71	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	36.81	2.42	2.76	92.80	51.60	-	0.39	0.88	-	-
20-47	38.57	2.38	1.78	64.60	14.50	-	0.64	1.40	-	-
47-85	34.23	0.20	0.88	20.40	15.70	-	-	-	-	-
85-120	37.86	0.20	0.97	12.40	10.30	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010318)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.237 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); A (27 cm de espesor); Bw (38 cm de espesor) y Cd (35 cm de espesor); el horizonte **Ap**, presenta color en húmedo pardo muy oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo

friable. El horizonte **A,** muestra color en húmedo negro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **Bw,** tiene color en húmedo pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable y el horizonte **Cd**, exhibe color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.259 de la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.260, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, presencia de material compactado a los 85 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (1.34 – 2.15 g/cc). La densidad aparente varía en el perfil de muy baja (1.02 g/cc) en superficie, a baja (1.29 g/cc) en profundidad. La porosidad es baja (24%) en el primer horizonte y media (40%) en profundidad, valores del 16% a 22% corresponden a los macroporos y de 8% – 17% a los microporos, lo que indica que existe una dominancia de los macro sobre los microporosidad; característica responsable del comportamiento de la infiltración rápida del agua en el perfil. La retención de humedad es baja (13 a 14%), esto implica déficit de agua disponible para las plantas. Existen limitaciones a los 85 cm, por la presencia de una capa compactada, lo que provoca una inadecuada penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.260, los suelos presentan pH moderadamente ácido (5.7), en los primeros dos horizontes y ligeramente ácido (6.0 a 6.4) en profundidad, lo que no representa restricciones para la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes. Respecto al contenido de materia orgánica (MO), tiene niveles altos (6% a 8%) en superficie y bajos (1.25%) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), exhibe cantidades medias (18.80 meq/100g de suelo) en el primer horizonte y altas (22.22 – 23.93 meq/100 g de suelo), en el resto del perfil, lo cual indica un potencial alto para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), baja de (6 a 9 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente para la mayoría de cultivos, debe suplementarse. La saturación de bases (SB), es media 35% a 39%.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), poseen valores bajos; el potasio (K), es alto en todo el perfil. Respecto a los cationes, el calcio (Ca), muestra cantidades medias en el primer y tercer horizonte y altas en los restantes; el magnesio (Mg), tiene niveles medios en el primer horizonte y bajo en profundidad.

En relación a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores medios en superficie y decrece en profundidad, el zinc (Zn) es bajo en todo el perfil; el hierro (Fe) se encuentra con contenidos altos y decrece en profundidad; el manganeso (Mn) se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, químicamente, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM010318)

Estos suelos se han originado de tefras, pómez y lodos, tienen moderada evolución, moderadamente profundos, con drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con presencia de material compactado a los 85 cm de profundidad; pH moderadamente ácido en superficie; contenidos medios de materia orgánica en superficie; capacidad de intercambio de cationes media; contenido de bases intercambiables bajos y saturación de bases medias en superficie, fertilidad alta. El régimen de humedad está calificado como “ústico”,

debido a que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura es "isotérmica", lo que significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo comprenden a las pendientes moderada (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), la mediana pedregosidad superficial, material compactado, la retención de humedad baja en el perfil y déficit de agua en época seca.

Las fases que presentan pendientes moderada (7 al 12%) y fuertemente inclinadas (12 al 25%), con mediana pedregosidad superficial, con material compactado y erosión ligera tienen capacidad de uso agrícola poseen aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Las fases mencionadas también tienen aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos.

En los suelos de capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, tales como: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con barreras vivas de gramíneas en la parte superior, esta técnica ayudará a reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia, aumentando la infiltración de agua en el perfil, lo que ayudará a que permanezca húmedo por más tiempo, debido a su baja retención de humedad. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejarlo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir la pérdida de suelo por erosión eólica.

Es importante la incorporación de abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer cercos vivos, pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilización química, necesita implementar los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Con referencia a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. Necesitan riego en época seca y por sus texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes en el tiempo, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010318)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABDc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-3, la fase ABDdp1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-2, la fase ABDd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-2, la fase ABDcp1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-4. Estas tierras son de vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 010324, PI 010518, PI 010534)

Esta unidad cartográfica contiene tres suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 10% del área, contiene el suelo **Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 010324),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente baja. La porosidad total tiene niveles medios en el primer y segundo horizonte y alto en el tercero. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en los demás. El pH es moderadamente ácido en el primer y segundo horizonte y ligeramente ácido en los restantes. La materia orgánica (MO), presenta cantidades altas en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), muestra niveles altos; saturación de bases (SB), media en el primer y último horizonte y bajo en los restantes, la fertilidad alta (ver detalles de las inclusiones en el Anexo B).

En un área de 10% contiene el suelo **Pachic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 010518),** se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente baja en el todos los horizontes. La porosidad total es media; la humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en los siguientes; el pH es neutro en superficie y moderadamente ácido en profundidad. La materia orgánica (MO), contiene valores altos en superficie y desciende con la profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), muestra contenidos altos en el primer y segundo horizonte y medio en los restantes, con saturación de bases (SB), alta en todo el perfil; la fertilidad natural es muy alta (ver detalles de las inclusiones en el Anexo B).

En un 5% del área, contiene el suelo **Typic Ustorthents, familia esquelética arenosa sobre fragmental, no ácida, isotérmica (PI 010534),** se caracterizan por ser muy superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) gruesas sobre moderadamente gruesas, con densidad aparente baja el primer horizonte y muy baja en el siguiente. La porosidad total, es baja en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable se presenta como muy baja en el perfil. El pH, es moderadamente ácido a excepción del segundo horizonte donde se presenta como ligeramente ácido. La materia orgánica (MO), es media a excepción del segundo horizonte donde es baja. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios en todos los horizontes, con saturación de bases (SB), alta en todo el perfil. La fertilidad natural se califica como alta (ver detalles de las inclusiones en el Anexo B).

4.3.4.20 Unidad ABE

Consociación Aceitillal: Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica, perfil modal 010321.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran en inmediaciones de las fincas Aceitillal y Agua Tibia del municipio de San José Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 31 hectáreas. En la Figura 4.238, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.238 Abanico de terraza con uso agrícola. Municipio de San José Pinula (Foto: R. Pacheco, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 18.9 °C de temperaturas, de 1,861 mm de precipitación y una altitud media de 1,647 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.238, el uso principal es agrícola.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras, pómez y lodos; en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje de Altiplano hidro - volcánico y tipo de relieve Abanico-terraza.

La unidad cartográfica está compuesta en un 75% de su superficie, por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010321). El 20% de su área, por el suelo Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010331). El 5% restante de su superficie total, está ocupado por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Aceitillal presenta la siguiente fase:

- **ABEe2:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 31 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010321)

En la Figura 4.239, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención

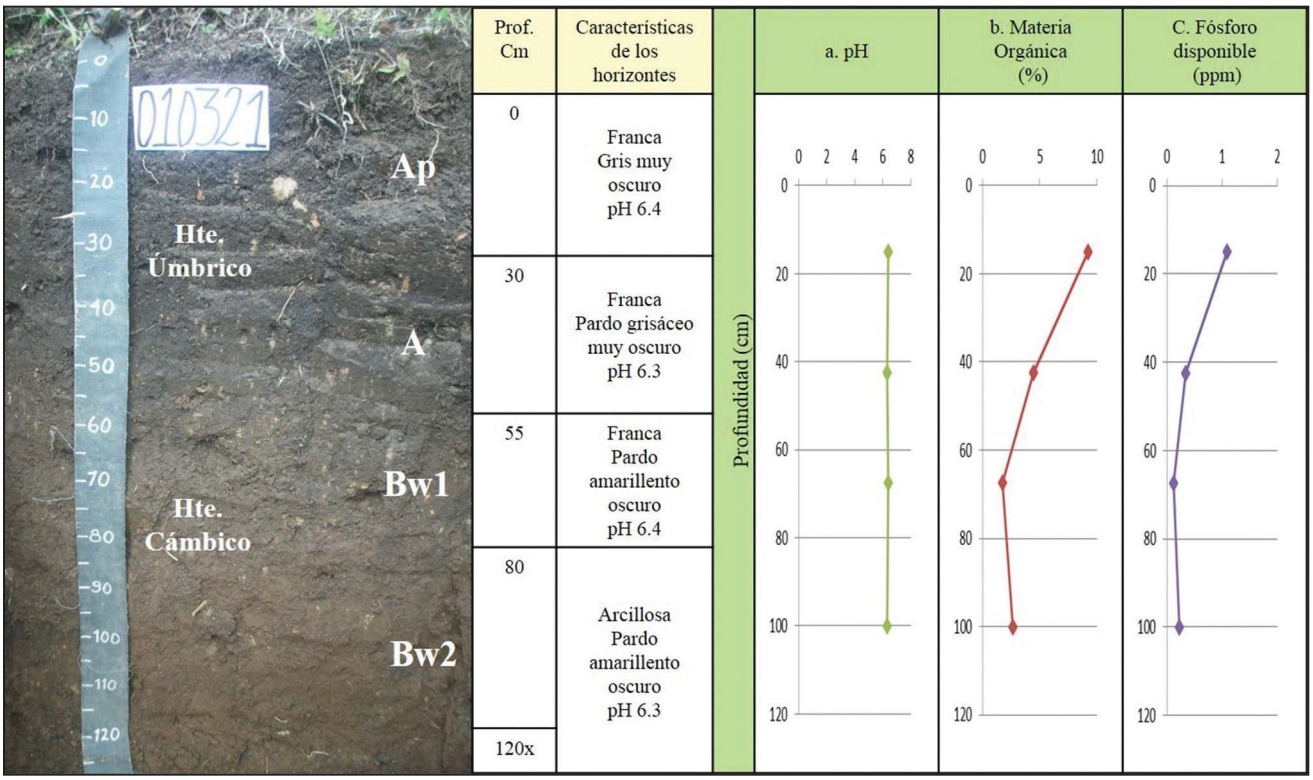


Figura 4.239 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010321) de la Consociación Aceitillal. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010321)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Aceitillal
Símbolo		ABE
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	Agua Tibia
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Agua Tibia, a 3 kms del casco de la finca
	Coordenadas planas	X: 514031
		Y: 1610712
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,521
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Abanico-terraza
	Forma del terreno	Talud de abanico
Material Parental		Tefras, pómez y lodos
Altitud		1,667 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,900 mm
	Temperatura promedio anual	18.8 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		No hay*

Describió	Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción	05-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
30 – 55 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
55 – 80 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
80 – 120 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.
Observaciones	**De acuerdo con las observaciones (cajuelas y barrenajes) en la unidad cartográfica hay especies de pino*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010321)

Cuadro 4.261. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010321)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	0.97	2.03	35.00	33.96	27.42	25.84	23.33	20.67	19.41	11.31	40.91	52.22
30-55	0.96	1.96	29.07	27.22	23.19	22.94	20.96	17.3	15.16	10.32	40.70	51.02

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-30	38.9	8.01	-	-	-	-
30-55	27.92	8.03	-	-	-	-

Cuadro 4.262. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010321)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-30	39.7	34.25	26.05	F	ArA	20.00	6.4	4.85	9.22	-	-	-	1.09	8.19	Alta
30-55	41.81	32.12	26.07	F	ArA	20.00	6.3	2.35	4.47	-	-	-	0.34		
55-80	44.46	33.48	22.06	F	Ar	20.00	6.4	0.90	1.71	-	-	-	0.12		
80-120	32.74	24.32	42.94	Ar	Ar	-	6.3	1.39	2.64	-	-	-	0.23		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-30	35.32	13.47	21.85	13.45	10.93	1.94	0.44	0.14	0.02	30.95	5.49	1.25	0.40	0.1
30-55	21.65	9.73	11.92	9.70	7.79	1.36	0.40	0.15	0.03	35.98	6.28	1.85	0.69	0.3
55-80	13.67	8.95	4.72	8.92	7.44	1.08	0.21	0.19	0.03	54.43	7.90	1.54	1.39	0.3
80-120	17.66	9.29	8.37	9.25	7.69	1.09	0.25	0.22	0.04	43.54	6.17	1.42	1.25	0.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	38.08	1.24	1.90	81.60	7.71	-	0.42	0.86	-	-
30-55	44.80	1.49	1.33	105.00	6.10	-	0.42	0.96	-	-
55-80	65.25	1.13	0.30	47.00	10.20	-	-	-	-	-
80-120	52.38	0.20	0.67	20.50	13.50	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010321)

Estos suelos poseen moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.239 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (30 cm de espesor); A (25 cm de espesor); Bw1 (25 cm de espesor) y Bw2 (40 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color en húmedo gris muy oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** posee color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** exhibe color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable y el horizonte **Bw2,** muestra color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.261 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.262, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, con frecuentes gravilla, que por volumen no representa limitantes para las plantas. La densidad real presenta valores bajos (2.03-1.96 g/cc). La densidad aparente es muy baja (0.96 - 0.97 g/cc).

La porosidad total es alta (52% a 51%) en todo el perfil, valores del 11% y el 10% corresponde a los macroporos

y entre 40% a los microporos, estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, que está acorde a las texturas, características responsables de una moderada permeabilidad, infiltración y drenaje. La retención de humedad es muy baja (8%), lo cual representa una limitante en el desarrollo para las plantas. No presenta limitaciones mecánicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.262, presentan pH ligeramente ácido (6.3 a 6.4), por lo que no representa limitantes para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO) es alto (9.22%) en superficie, medio (4.47%) en el segundo y bajo (1.7% y 2.64%) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (35.32 a 44.80 meq/100g de suelo) en superficie y media (13.67 a 17.66 meq/100 g de suelo) en los subsiguientes, esto indica que los suelos tienen alto potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), que varía entre media (13.45 meq/100 g de suelo), en superficie a baja (9.0 meq/100 g de suelo) en profundidad, esta reserva se considera insuficiente, por lo que deben suplementarse. La saturación de bases (SB), tiene cantidades medias (38% a 44%) en superficie y aumenta (52% a 65%), en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), poseen niveles bajos en todo el perfil. El potasio (K), es alto en superficie y decrece en profundidad. En relación a los **cationes**, el calcio (Ca), muestra cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg), exhibe niveles medios en superficie y decrece en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), se encuentran bajos niveles en todos los horizontes. El hierro (Fe) presenta contenidos altos y el manganeso (Mn) se encuentra en cantidades medias en superficie y aumenta en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos se califica como alta.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010321)

Estos suelos se han originado de tefras, pómez y lodos, tienen moderada evolución, son profundos; con drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, presenta frecuente gravilla; pH ligeramente ácido; contenidos altos de materia orgánica en superficie al igual que la capacidad de intercambio de cationes; bases intercambiables medias al igual que la saturación de bases, fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que son suelos que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, son las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), frecuentes fragmentos en el perfil, erosión moderada y déficit de agua en época seca.

Este suelo tiene pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión moderada, tiene capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo fuertes prácticas de manejo. Asimismo, es apta para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

En los suelos de capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel; debe realizarse acequias de ladera con barreras vivas de gramíneas en la parte superior. Se puede establecer el cultivo

de interés en terrazas individuales. Si se utilizan para cultivos como granos básicos u otros, es indispensable cultivar sobre terrazas de banco con el declive contra la pendiente y con los taludes protegidos con especies nativas del área.

No se pueden mecanizar; se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizar la pérdida de suelo por la erosión eólica y asimismo dejarlo cubierto con material vegetal o restos de cosecha durante la época seca para mantener la humedad y evitar la erosión hídrica. Es necesario incorporar fuentes de materia orgánica como abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos, restos de cosecha u otro material orgánico propio del área.

Las actividades silvopastoriles, deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados y utilizando una adecuada carga animal por hectárea y evitar el sobrepastoreo.

Respecto a su fertilización química es necesario aplicar los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso de forma foliar. Se necesita riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010321)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABEe2 pertenece a la clase VI, suclase VI p y grupo de manejo VI p-8, posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 010331)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión en el 20% de su superficie, el suelo **Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (PI 010331),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja en el primer horizonte y baja en el siguiente. La porosidad total alta y la humedad aprovechable media en primer horizonte y baja en el segundo. pH ligeramente ácido en el primer horizonte y neutro en los demás. La materia orgánica (MO), muestra valores medios en el primer horizonte y bajo en los demás. Capacidad de intercambio de cationes (CICA), alta en superficie y media en el tercero, saturación de bases (SB), media en el primer horizonte, baja en el segundo y alta en el tercero, la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.21 Unidad ABF

Consociación Ciénaga Grande: Andic Humustepts, familia medial, isotérmica perfil modal 010326.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos Santa Marta, Vista Hermosa; finca San Rafael y hacienda Olivares, del municipio de Fraijanes. Inmediaciones de las fincas La Cuya, Los Fresnos, Montecristo, San Miguel y Santa Inés; los

caseríos Aceitillal, El Manzano, La Cienaguilla, Santa Rita; parajes Areca y El Solar; haciendas Agua Tibia, Las Mercedes y Palo Blanco, del municipio de San José Pinula.

En las cercanías del río Teocinte, del municipio de Palencia. Inmediaciones de las fincas Concepción, La Primavera, San José, San Vicente, aldeas Don Justo, El Pajón, Los Cipresales, Puerta Parada y caserío el Manzano, del municipio de Santa Catarina Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,187 hectáreas. En la Figura 4.240, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.240 Terraza con pastos naturales para ganadería. Municipio de San José Pinula (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 17.9 °C; 1,666 mm de precipitación y una altitud media de 1,758 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.240, el uso principal es ganadería.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro - volcánico y tipo de relieve terraza.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 80% de la superficie, por los suelos Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 010326). En un 10% del área, por los suelos Inceptic Haplustalfs, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010307) y en el 10% del total del área restante por los suelos Inceptic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010306).

La Consociación Ciénaga Grande presenta las siguientes fases:

- **ABFb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,486 ha.

- **ABFb2:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 496 ha.
- **ABFc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 205 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010326)

En la Figura 4.241, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

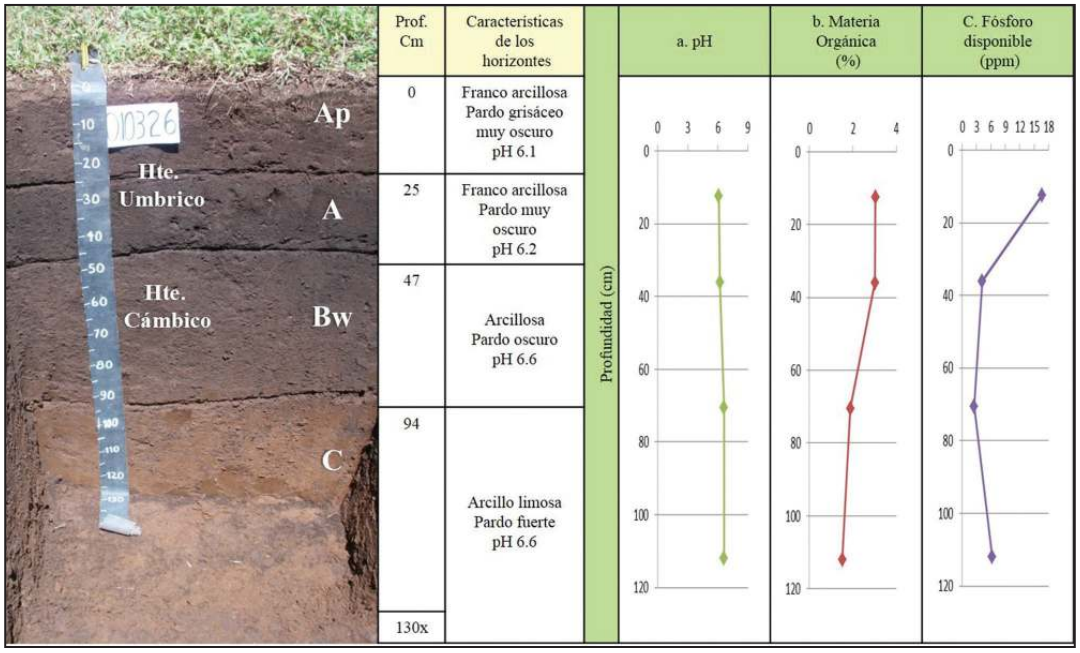


Figura 4.241 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010326), de la Consociación Ciénaga Grande. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010326)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Ciénaga Grande
Símbolo		ABF
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cienaguilla
	Coordenadas planas	X: 513565
		Y: 1606532
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,596
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,747 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,895 mm
	Temperatura promedio anual	17.6 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente inclinadas y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Pastos naturales
Describió		César David García Sic, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		06-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR2/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y plano.
25 – 47 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y plano.
47 – 94 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y plano.
94 – 130 cm C	Color en húmedo pardo fuerte (10YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro.
Observaciones	**De acuerdo con las observaciones (cajuelas y barrenajes) en la unidad cartográfica hay pino y encino*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos e infiltración del perfil modal (PM 010326)

Cuadro 4.263. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010326)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.24	1.82	24.71	23.57	21.19	17.83	16.05	14.65	13.79	4.54	27.33	31.87

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
25-47	1.04	2.14	61.10	39.14	30.71	27.18	25.46	21.87	16.67	25.57	25.84	51.40
47-94	1.27	1.94	67.41	42.65	40.35	39.56	24.94	23.34	17.94	13.86	20.67	34.54

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	23.74	7.4
25-47	33.75	14.04
47-94	30.99	22.41

Cuadro 4.264. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010326)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	64.03	22.69	13.28	FA	FAr	-	6.1	1.60	3.04	-	-	-	16.60	7.48	Alta
25-47	68.73	22.28	8.99	FA	FAr	-	6.2	1.59	3.02	-	-	-	4.19		
47-94	51.30	18.70	30.00	FArA	Ar	-	6.6	0.99	1.89	-	-	-	2.50		
94-130	55.52	37.35	7.14	FA	ArL	-	6.6	0.80	1.52	-	-	-	6.23		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	23.36	8.70	14.66	8.63	6.47	1.55	0.46	0.15	0.07	27.70	6.64	1.97	0.64	0.8
25-47	28.48	9.56	18.92	9.52	7.58	1.42	0.37	0.15	0.04	26.62	4.99	1.30	0.53	0.4
47-94	26.20	11.94	14.26	11.92	9.54	1.80	0.40	0.18	0.02	36.41	6.87	1.53	0.69	0.2
94-130	23.36	9.30	14.06	9.27	7.57	1.38	0.11	0.21	0.03	32.41	5.91	0.47	0.90	0.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	36.94	3.30	4.06	83.10	35.70	28.00	0.44	1.12
25-47	33.43	3.74	3.38	82.50	5.21	27.90	0.56	1.30
47-94	45.50	3.76	2.86	41.70	15.50	38.10	-	-
94-130	39.68	0.26	0.49	10.80	28.20	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

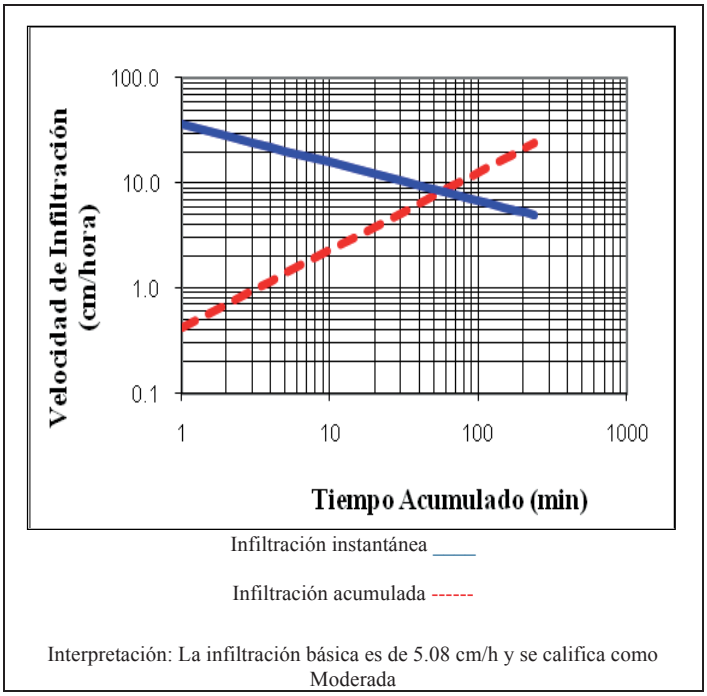


Figura 4.242 Infiltración instantánea y acumulada de las pruebas para el suelo de la Consociación Ciénaga Grande. Perfil inclusión 010307

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010326)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.241 y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); A (22 cm de espesor); Bw (47 cm de espesor) y C (36 cm de espesor); el horizonte **Ap,** muestra color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** tiene color en húmedo pardo muy oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color en húmedo pardo oscuro, textura (al tacto) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** de color en húmedo pardo fuerte, textura (al tacto) arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.263 y en la granulometría que se muestra en el Cuadro 4.264, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente finas. La densidad real tiene valores bajos (1.82-1.94 g/cc) en el perfil. La densidad aparente es baja (1.24-1.27 g/cc). La porosidad total es media (32% – 35% en el primer y tercer horizonte y alta (51.4%) en el segundo; entre el 4% y 25% corresponden a los macroporos y entre el 27% a 20%, a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, lo que indica que este suelo presentan moderada permeabilidad, infiltración y aireación. La retención de humedad varía en el perfil de muy baja (7%) en el primer horizonte a media (22%) en los subsiguientes, lo que representa una limitante para el desarrollo de las plantas. No hay limitaciones mecánicas para la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.264, los suelos presentan un pH

(61-6.2), ligeramente ácido en los horizontes superficiales y neutro (6.6) en los demás, por lo que no presenta restricción para la solubililidad y disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), muestra niveles medios (3.4%) en superficie, bajos en profundidad (1.52-1.89%), estas características se relacionan con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados, el suministro parcial de los nutrientes a las plantas y de los constituyentes energéticos útiles para los organismos.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee niveles altos (23 a 28 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, esto indica un alto potencial de retener nutrientes para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), que varía entre bajo (8.63 a 9.52 meq/100 g de suelo) a medio (11.92 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente. La saturación de bases (SB), tiene valores medios (36% a 45%), excepto en el segundo horizonte, donde es bajo (33%). La retención fosfórica es media (27% a 38%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo que implica que la aplicación de fosfatos debe realizarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen niveles bajos en todo el perfil. El potasio (K), posee valores altos en todos los horizontes. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg), es medio en superficie y disminuye en profundidad.

En relación a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y zinc (Zn), presentan valores medios en superficie y bajos en profundidad; el hierro (Fe), tiene contenidos altos en todos los horizontes; el manganeso (Mn), se encuentra alto, excepto el segundo horizonte donde es medio. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos se califica como alta.

En la Figura 4.242 se presenta la gráfica de **infiltración**, realizada en el perfil inclusión 010307, la cual se ha determinado como moderada (Ver detalles en el Anexo D).

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM010326)

Estos suelos se han originado de tefras cenizas volcánicas y pómez, tienen moderada evolución, son profundos; con buen drenaje natural; texturas (al tacto) moderadamente finas; pH ligeramente ácido en superficie; contenidos medios de materia orgánica en superficie; con una capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables bajas y una saturación de bases media, fertilidad alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que son suelos que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo se deben a las pendientes ligera (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7al 12%), erosión ligera y moderada y el déficit de agua en época seca. Estas tierras tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos anuales y perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para la ganadería.

En los suelos de capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos y aguas, las que deben aumentar de intensidad, con el aumento de la pendiente, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Si es necesario arar, se

recomienda una mínima labranza; deben cuidarse que tengan una adecuada cobertura vegetal. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas de menor pendiente; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilidad y para todas las fases, aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha u otro material propio del área. Respecto a la fertilización química, necesita que se le aplique Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fosfatos, se deben aplicar fuentes fosforadas de menor solubilidad, en dosis moderadas y cercanas a las raíces.

Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010326)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABFb1 pertenece a la clase II, subclase II pec y grupo de manejo II pec-1, la fase ABFb2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-2, la fase ABFc1 pertenece a la clase III, subclase III p y grupo de manejo III p-2, todas las fases poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 011408, PI 011413)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 10% del área, contiene el suelo **Inceptic Haplustalfs, familia franca fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (PI 010307),** se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas, densidad aparente media. La porosidad tiene valores bajos en el primer horizonte y medios en el segundo. La humedad aprovechable es media. El pH es ligeramente ácido del primer al tercer horizonte y neutro en el último. La materia orgánica (MO), se encuentra alta en superficie y desciende en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta exceptuando el segundo horizonte donde es media y la saturación de bases (SB), está en cantidades altas en superficie y disminuye en el resto del perfil. La fertilidad natural se califica como muy alta (ver detalles de las inclusiones en el Anexo B).

En un 10% del área, contiene el suelo **Inceptic Haplustalfs, familia franca fina, superactiva, isotérmica**

(PI 010306), se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente muy baja en el primer horizonte y baja en el segundo. La porosidad total se encuentra alta en el primer horizonte y media en el segundo. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y desciende en profundidad. El pH, es moderadamente ácido en los primeros dos horizontes y ligeramente ácido en los restantes. La materia orgánica (MO), es alta en el horizonte superficial y disminuye en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos. La saturación de bases (SB), es media hasta el segundo horizonte y baja en los demás. La fertilidad natural es alta (ver detalles de las inclusiones en el Anexo B).

4.3.4.22 Unidad ABG

Consociación Jocotillo: Vitrandic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isotérmica, perfil modal 011634.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas El Brasil, El Granizo, El Palillo, Gallardo, La Cabaña, La Ceiba, La Providencia, Las Dalias, Las Mercedes, Piedras Negras, San Antonio, San Rafael, Santa Ana, Santa Marta, Santa Rita, El Progreso, La Lagunilla, Mala Cara, San Francisco, Las Minas, rancherías de las fincas El Horizonte, San Francisco Las Minas, Santa Ana, Las Dalias; granja La Milagrosa; aldea El Jocotillo y caserío San Rafael, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 2,075 hectáreas. En la Figura 4.243, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.243 Terraza con agricultura. Municipio de Villa Canales (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.0 °C; 1,494 mm de precipitación y una altitud media de 1,075 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*), lengua de vaca (*Curatella americana*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.243, el uso principal es agrícola.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente

inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve terraza.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 90% de la superficie, por los suelos Vitrandic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isotérmica (perfil modal 011634) y en un 10% restante del total del área, por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Jocotillo presenta las siguientes fases:

- **ABGb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 403 ha.
- **ABGb2:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 62 ha.
- **ABGbp1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 856 ha.
- **ABGc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 350 ha.
- **ABGcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 404 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011634)

En la Figura 4.244, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

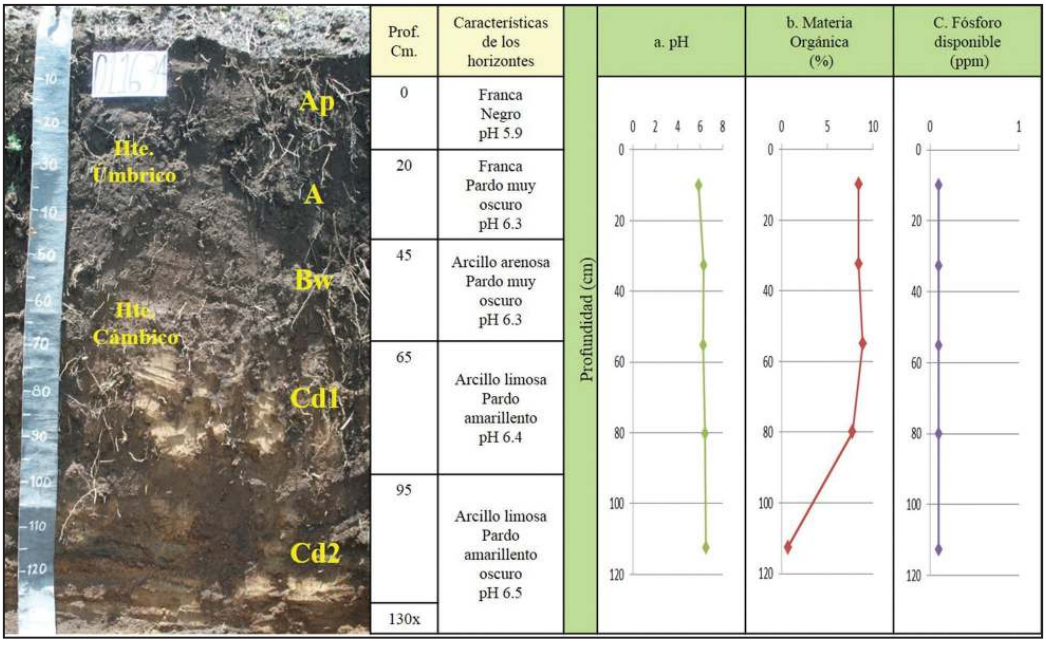


Figura 4.244 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011634), de la Consociación Jocotillo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011634)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Jocotillo
Símbolo		ABG
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Vitrandic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, amórfica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	El Jocotillo
	Coordenadas planas	X: 499664
		Y: 1587423
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,266
	Línea de vuelo No.	231
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,086 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,397 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	65 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Piña, maíz
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente inclinadas, material compactado en el perfil y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		No hay
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		01-08-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franca y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.
45 – 65 cm Bw	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo firme; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, n ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
65 – 95 cm Cd1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme; en mojado pegajosa y plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
95 – 130 cm Cd2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de arcillo limosa y de laboratorio arenosa; poca grava (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo): consistencia en húmedo firme; en mojado pegajosa y plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido.
Observaciones	**De acuerdo con las observaciones (cajuelas y barrenajes) en la unidad cartográfica hay especie de amate*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos, mineralógicos e infiltración del perfil modal (PM 011634)

Cuadro 4.265. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011634)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.57	1.45	89.52	50.82	51.06	45.59	36.30	33.77	16.44	26.07	34.61	60.69
20-45	0.60	2.24	102.35	55.32	53.70	43.85	36.32	34.95	25.34	34.80	38.41	73.21
45-65	0.44	1.14	107.42	59.74	57.44	53.81	51.26	49.06	30.18	28.57	32.83	61.40

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	47.07	34.62	-	-	-	-
20-45	71.83	28.36	-	-	-	-
45-65	80.32	27.26	-	-	-	-

Cuadro 4.266. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011634)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	75.46	20.68	3.86	AF	F	5.00	5.9	4.44	8.44	-	-	-	0.10		
20-45	72.02	23.93	4.05	FA	F	10.00	6.3	4.44	8.44	-	-	-	0.10		
45-65	66.53	29.30	4.17	FA	ArA	5.00	6.3	4.68	8.89	-	-	-	0.10	7.98	Alta
65-95	54.43	41.35	4.22	FA	ArL	5.00	6.4	4.08	7.75	-	-	-	0.10		
95-130	88.22	7.88	3.90	A	ArL	10.00	6.5	0.36	0.68	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	45.00	12.26	32.74	12.26	9.82	1.70	0.70	0.04	-	21.82	3.78	1.57	0.08	0.0
20-45	49.56	13.14	36.42	13.14	11.09	1.58	0.39	0.09	-	22.37	3.18	0.78	0.17	0.0
45-65	59.25	11.44	47.81	11.44	9.42	1.79	0.13	0.09	-	15.91	3.02	0.23	0.16	0.0
65-95	57.54	11.82	45.72	11.82	9.06	2.00	0.66	0.10	-	15.74	3.48	1.15	0.17	0.0
95-130	35.89	9.13	26.76	9.13	5.97	2.85	0.13	0.17	-	16.65	7.95	0.37	0.48	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	27.25	0.41	10.12	2.79	17.20	87.60	0.22	0.28	1.68	-
20-45	26.51	0.29	1.36	1.45	10.06	93.20	0.32	0.44	0.80	-
45-65	19.31	0.27	1.14	1.50	10.58	84.60	-	-	-	-
65-95	20.54	0.19	0.18	1.11	9.81	-	-	-	-	-
95-130	25.45	1.03	1.83	30.71	7.26	-	-	-	-	-

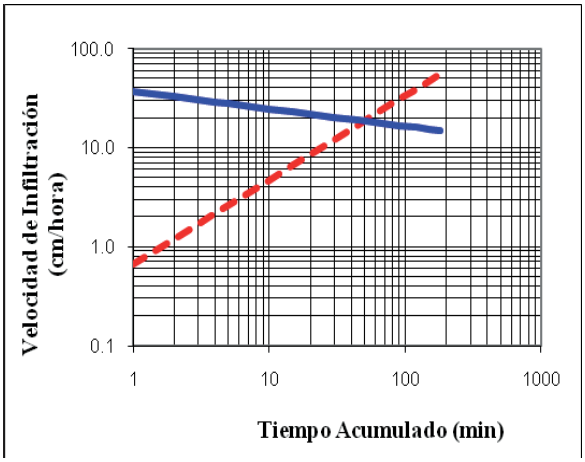
[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.267. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil 011634

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-20	20-45	45-65
Material no cristalino	++++	++++	++++
Metahaloisita (haloisita 7)	++	tr	-

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)		
	00-20	20-45	45-65
Feldespatos	33	27	14
Vidrio volcánico	8	6	tr
Cuarzo	tr	tr	1
Hornblenda	2	2	1
Lamprobolita	5	12	12
Hiperstena	28	35	18
Diópsido	tr	2	8
Magnetita	15	11	5
Hematita	5	tr	33
Fragmentos de toba	7	2	2
Granos alterados	2	tr	2
Rutilo	tr	1	2
Circón	-	3	2

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?



Infiltración instantánea ____

Infiltración acumulada ------

I = 36.812 t(-0.1734) r2 = 0.83

Interpretación: La infiltración básica es de 16.45 cm/h y se califica como Rápida.

Figura 4.245 Infiltración instantánea y acumulada de las pruebas para los suelos de la Consociación Jocotillo. Perfil modal 011634

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011634)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.244 y de la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); A (25 cm de espesor); Bw (20 cm de espesor); C1 (30 cm de espesor) y C2 (35 cm de espesor); el horizonte **Ap,** posee color negro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** presenta color pardo muy oscuro, textura (al tacto) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** tiene color pardo muy oscuro, textura (al tacto) arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo firme. El horizonte **C1,** exhibe color pardo amarillento, textura (al tacto) arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme y el horizonte **C2**, muestra color pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.265 y en la granulometría, que se muestran del Cuadro 4.266, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre finas. La densidad real presenta valores bajos (1.45 - 2.24 g/cc). La densidad aparente en el perfil es muy baja (0.57 - 0.60 g/cc). La porosidad total en el perfil es muy alta (60% – 73%), se observa una ligera dominancia de la microporosidad (35% y 33%) sobre la macroporosidad (26% y 29%); lo cual regula el drenaje y promueve la retención de humedad en el perfil. La humedad aprovechable varía de alta a media (35% – 27%). Existen limitaciones a los 65 cm, por la existencia de una capa compactada, lo que provoca una inadecuada penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.266, los suelos tienen pH moderadamente ácido (6.3) en el primer horizonte, ligeramente ácido (6.5) en los subsiguientes, adecuados para la solubilidad y disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (8.44% – 7.75%), el cual se relaciona con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de los agregados y el suministro de nutrientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene niveles altos (45 – 59 meq/100 g de suelo), lo que indica que los suelos tienen un adecuado potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) con valores medios (12.26 – 11.82 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente. La saturación de bases (SB), es baja (27% – 19%); la retención fosfórica tiene valores altos (93% – 84%), debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, lo cual indica que la aplicación de fosfatos deben realizarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N) y fósforo (P) poseen niveles bajos en todo el perfil; el potasio (K), se encuentra alto en superficie y disminuye en profundidad. Respecto a los cationes, el calcio (Ca), está en cantidades altas excepto; el magnesio (Mg), presenta valores medios en el perfil.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores bajos en todo el perfil; el zinc (Zn), se encuentra alto en el primer horizonte y bajo en el resto del perfil; el hierro (Fe), se posee contenidos bajos; el manganeso (Mn), reporta cantidades altas hasta el tercer horizonte y medias en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas la fertilidad natural de los suelos se califica como alta.

De acuerdo con el Cuadro 4.267, de los resultados de los análisis **mineralógicos**, en la fracción arcilla existe dominancia de materiales no cristalinos y la metahaloisita solo es común en el primer horizonte. En la fracción

arena los feldespatos y la hiperstena son comunes, el vidrio volcánico, la magnetita, la lamprobolita y hematita se encuentran presentes, los otros componentes se encuentran en menores cantidades.

En la Figura 4.245, se presenta la gráfica de **infiltración** de agua realizada en el perfil modal 011634, la cual se ha determinado como rápida (Ver detalles en el Anexo D).

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM011634)

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen evolución moderada, son moderadamente superficiales; drenaje natural bueno; texturas (al tacto) moderadamente gruesas sobre finas; presencia de capa compactada a los 65 cm de profundidad; pH moderadamente ácido en superficie, con contenidos altos de materia orgánica; capacidad de intercambio de cationes alta; bajos valores de bases intercambiables al igual que la saturación de bases y fertilidad alta. Debido a la presencia de materiales amorfos y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que son suelos que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se deben a las pendientes ligera (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), la mediana pedregosidad superficial, el material compactado, la erosión ligera y moderada y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Estas tierras tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos anuales o perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos.

En los suelos de capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, que deben aumentar de intensidad, con el aumento de las pendientes, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior con gramíneas. Si es necesario arar, se recomienda una mínima labranza; deben cuidarse que tengan una adecuada cobertura vegetal. Establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica así como dejarlo cubierto con material vegetal durante la época seca.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, con cercos vivos, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilidad y para todas las fases, se recomienda aplicar abonos orgánicos, incorporar abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha u otros materiales propios del área.

Considerando la fertilización química, el suelo necesita que se aplique Nitrógeno y Fósforo. Como presenta valores altos de retención de fosfatos, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlos en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011634)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABGb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-4, ABGb2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-2, las fases ABGbp1 y ABGcp1 pertenecen a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-6, la fase ABGc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-5, todas las fases poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.4.23 Unidad ABH

Consociación El Granizo: Humic Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 011628. Símbolo

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Andisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas El Palillo, Santa Rita, La Cabaña, El Granizo, La Lagunilla; en el paraje Villa Juanita del municipio de Villa Canales. Esta unidad abarca una extensión de 212 hectáreas. En la Figura 4.246, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.246 Terraza con café bajo sombra. Municipio de Villa Canales
(Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.0 °C; 1,921 mm de precipitación y una altitud media de 958 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S, caracterizada por las especies pino colorado *(Pinus oocarpa)*, roble *(Quercus)* y nance *(Byrsonima crassifolia),* entre otras. De acuerdo con la Figura 4.246, el uso principal es agricultura con café bajo sombra.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro volcánico y tipo de relieve terraza.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 90% por los suelos Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil modal, PM 011628) y en un 10% del total del área restante, por otros suelos que no fueron identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación El Granizo presenta la siguiente fase:

- **ABHcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 212 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011628)

En la Figura 4.247, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

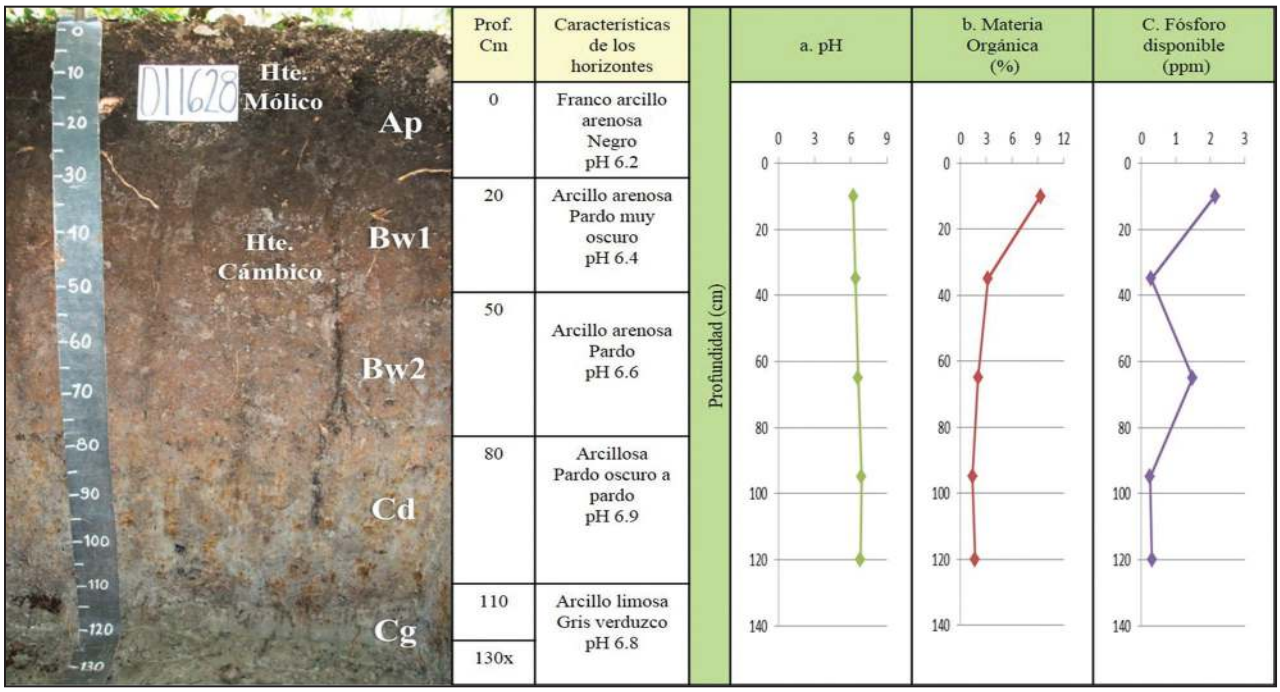


Figura 4.247 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011628), de la Consociación El Granizo. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011628)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Granizo
Símbolo		ABH
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Humic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departameto**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca La Lagunilla
	Coordenadas planas	X: 496534
		Y: 1582105
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,442
	Línea de vuelo No.	233
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		955 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,988 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego.
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	22.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Muy lento
	Externo	Lento
	Natural	Imperfecto
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Clase**	Piedra
	Tipo	Mediana
	Superficie cubierta	5 %
Nivel freático	**Clase**	Profundo
	Profundidad	115 cm
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	80 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente inclinadas, material compactado, déficit de agua en época seca,
Vegetación natural		Encino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		31-07-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 50 cm Bw1	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2), con moteados de color pardo oliva (2.5YR4/6), frecuentes (15%); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
50 – 80 cm Bw2	Color en húmedo pardo (10YR4/3), con moteados de color pardo oliva (2.5YR4/6), frecuentes (50%); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo firme; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
80 – 110 cm Cd	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR5/3), con moteados de color rojo claro (2.5YR4/6), muchos (30%); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme; en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, medianos, tubulares; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, neutro; límite gradual y ondulado.
110 – 130 cm Cg	Color en húmedo gris verdusco (GleyIG/10Y); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo): consistencia en húmedo firme; en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011628)

Cuadro 4.268. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011628)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.01	2.33	55.22	43.21	33.38	32.33	30.14	29.21	19.50	22.41	34.25	56.65
20-50	0.99	1.95	60.39	41.49	40.21	38.68	35.31	30.82	24.25	16.45	32.78	49.23
50-80	0.91	2.27	71.07	41.12	40.32	39.29	36.20	31.68	27.13	25.92	33.99	59.91

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	33.94	13.88	-	-	-	-
20-50	40.22	15.96	-	-	-	-
50-80	48.03	13.19	-	-	-	-

Cuadro 4.269. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011628)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	63.51	22.26	14.23	FA	FArA	-	6.2	4.90	9.31	-	-	-	2.14		
20-50	56.92	26.64	16.44	FA	ArA	-	6.4	1.68	3.19	-	-	-	0.28		
50-80	39.47	41.80	18.73	F	ArA	-	6.6	1.09	2.07	-	-	-	1.49	8.07	Alta
80-110	51.82	44.32	3.86	FA	Ar	-	6.9	0.74	1.41	-	-	-	0.25		
110-130	43.21	48.63	8.16	F	ArL	-	6.8	0.89	1.69	-	-	-	0.31		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	36.79	18.84	17.95	18.81	12.32	5.88	0.40	0.21	0.03	33.49	15.98	1.09	0.57	0.2
20-50	26.60	18.25	8.35	18.22	11.17	6.60	0.23	0.22	0.03	41.99	24.81	0.86	0.83	0.2
50-80	26.60	19.10	7.50	19.07	10.79	7.84	0.10	0.34	0.03	40.56	29.47	0.38	1.28	0.2
80-110	44.15	20.68	23.47	20.65	11.58	8.60	0.10	0.37	0.03	26.23	19.48	0.23	0.84	0.1
110-130	36.79	30.18	6.61	30.15	16.30	13.36	0.10	0.39	0.03	44.31	36.31	0.27	1.06	0.1

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	51.13	3.18	0.54	72.90	32.90	33.40	2.20	0.14	-	-
20-50	68.50	1.06	0.20	12.70	22.00	35.50	1.44	0.51	-	-
50-80	71.69	0.20	0.28	5.79	3.81	36.30	-	-	-	-
80-110	46.77	0.20	0.20	1.00	1.00	-	-	-	-	-
110-130	81.95	0.21	0.20	9.58	4.21	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011628)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.247 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (30 cm de espesor); Bw2 (30 cm de espesor); Cd (30 cm de espesor) y Cg (20 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta color negro, textura (al tacto) franco arcillo arenosa, estructura en bloques angulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene color pardo muy oscuro, textura (al tacto) arcillo arenosa, estructura bloques angulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** posee color pardo, textura (al tacto) arcillo arenosa, estructura bloques angulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo firme. El horizonte **Cd,** exhibe color pardo oscuro a pardo, textura (al tacto) arcillosa, masivo sin estructura, consistencia en húmedo firme. El horizonte **Cg,** posee color gris verdusco, textura (al tacto) arcillo limosa, masivo sin estructura, consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.268 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.269; los suelos presentan texturas (al tacto) finas, con material compactado a los 80 cm de profundidad. La densidad real presenta valores bajos (2.33 - 1.95 g/cc). La densidad aparente es muy baja (1.01 - 0.91 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (57% – 60%); domina la microporosidad (34% a 33%) sobre la macroporosidad (22% y 26%), lo cual indica una moderada permeabilidad y moderado drenaje en el perfil. La humedad aprovechable es baja (14% – 13%), lo que presenta una limitante para las plantas. Existen limitaciones a los 80 cm de profundidad, por la presencia de material compactado lo que restringe la penetración de raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.269, tienen pH ligeramente ácido (6.2 – 6.4) en superficie y neutros (6.6 – 6.9) en profundidad, adecuados para la mayoría de cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), presenta valores altos (9.31%) en el primer horizonte y bajos (3.19% – 1.41%) en profundidad, estos valores están relacionados con la capacidad de intercambio catiónico, la estabilidad de agregados y el suministro de nutrientes para las plantas, estos valores deben mantenerse e incluso, incrementarse de manera urgente en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (26.60 – 44.15 meq/ 100 g), lo que indica que estos suelos tienen un adecuado potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Los suelos presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) con niveles medios. La saturación de bases (SB), es alta (51% - 82%) y la retención fosfórica tiene valores medios (33% – 36%); por la presencia de materiales amorfos y aluminio activo, la aplicación de fosfatos debe realizarse en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), se encuentran bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores medios en superficie y bajos en profundidad. En cuanto a los cationes, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), presentan valores altos en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores medios en superficie y bajos en profundidad, el zinc (Zn), posee valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), se encuentra alto en el horizonte superficial y disminuye en profundidad; el manganeso (Mn), reporta cantidades altas hasta el segundo horizonte y cantidades bajas en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM011628)

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen evolución moderada, son moderadamente profundos; drenaje natural imperfecto; presentan texturas (al tacto) finas, con material compactado a los 80 cm de profundidad; pH ligeramente ácido en superficie; con contenidos altos de materia orgánica en superficie; una capacidad de intercambio de cationes alta; valores medios de bases intercambiables; una alta saturación de bases al igual que la fertilidad. Debido a la presencia de materiales amorfos, y aluminio activo que contienen, presentan una moderada adsorción de fosfatos (PO_4). El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", lo que quiere decir que la temperatura del suelo, oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se deben a la pendiente moderadamente inclinadas (3 al 7%); erosión ligera, material compactado, suelos superficiales, mediana pedregosidad superficial y las deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase que presenta pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), mediana pedregosidad superficial y erosión ligera, tienen capacidad de uso agrícola y es apta para el establecimiento de cultivos anuales o perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Así también poseen aptitud para la ganadería.

En estos suelos se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel. Realizar acequias de ladera, que incluyan gramíneas en la parte superior.

Si es necesario arar, se recomienda el arado con cincel, ya que esta herramienta suelta el suelo sin invertirlo ni mezclarlo incrementando con ello la porosidad en el subsuelo, sus condiciones estructurales y la capacidad de retención de humedad.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos; se pueden elaborar barreras muertas con la piedra presente. Se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a su fertilidad, se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, se deben aplicar elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Como presenta valores moderados de retención de fosfatos, debe utilizarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlos en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse en forma foliar Zinc, y el Cobre. Estos suelos necesitan riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011628)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABHcp1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-3 y posee vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.4.24 Unidad ABI

Consociación La Lagunilla: Fluvaquentic Humaquepts, familia muy fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 011621.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas La Lagunilla, El Granizo, San Francisco y Las Minas, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 11 hectáreas. En la Figura 4.248, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.248 Terraza con pastos. Municipio de Villa Canales (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 20.0 °C; 1,901 mm de precipitación y una altitud media de 969 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S, caracterizada por las especies pino colorado *(Pinus oocarpa)*, roble *(Quercus* spp*)* y nance *(Byrsonima crassifolia),* entre otras. De acuerdo con la Figura 4.248, el uso principal corresponde a ganadería y la cobertura son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de depósitos aluvio - coluviales; en pendientes ligeramente planas (0 al 3%), correspondientes al paisaje de altiplano-hidrovolcanico y tipo de relieve terraza.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 100% por los suelos Fluvaquentic Humaquepts, familia muy fina, superactiva, isotérmica, isotérmica (perfil modal, PM 011621).

La Consociación La Lagunilla presenta la siguiente fase:

- **ABIaz:** Caracterizada por pendientes ligeramente planas (0 al 3%) y encharcamiento frecuente. Tiene una superficie de 11 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011621)

En la Figura 4.249, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

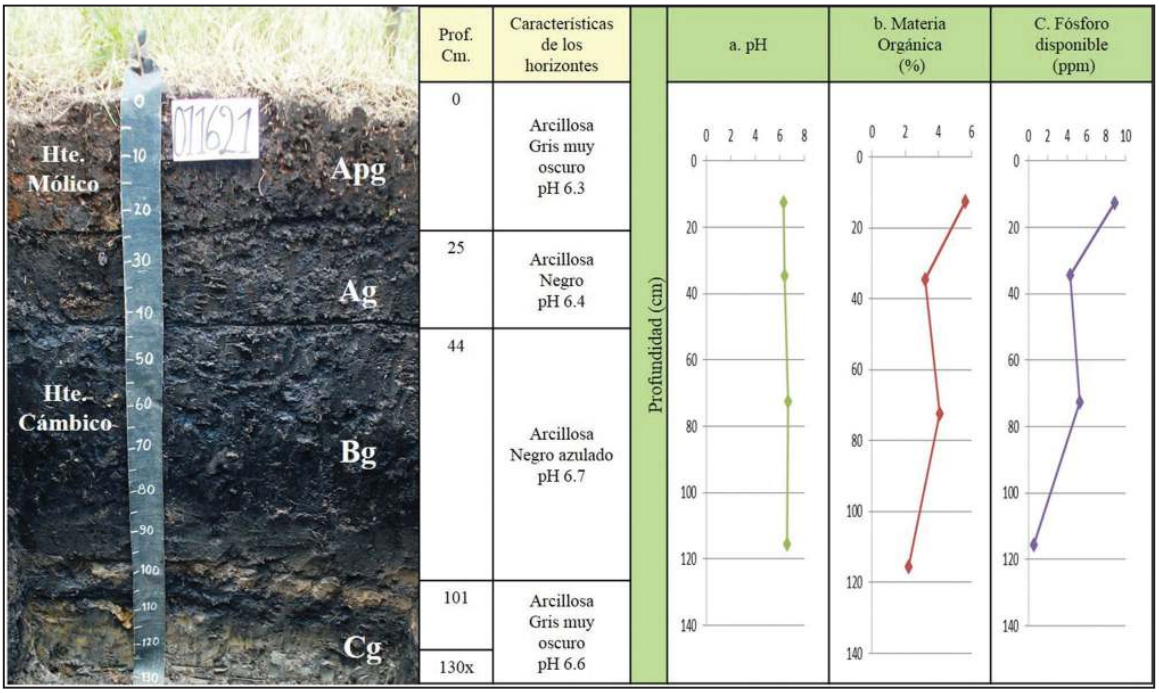


Figura 4.249 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011621), de la Consociación Lagunilla. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011621)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Lagunilla
Símbolo		ABI
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Fluvaquentic Humaquepts, familia muy fina, superactiva, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca La Lagunilla
	Coordenadas planas	X: 496135
		Y: 1582759
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,442
	Línea de vuelo No.	233
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Bajo de terraza
Material Parental		Depósitos aluvio – coluviales
Altitud		968 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente planas
	Rango	0 al 3 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,918 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego, no permiten cultivos
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ácuico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	25.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Muy lento
	Externo	Muy lento
	Natural	Muy pobre
Erosión	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Grado	-
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Frecuencia	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	Frecuente
	Duración	1 a 2 veces por año
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	25 cm
	Limitante	Nivel freático

Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	Pastos Brizanta
	Limitante del uso	Encharcamientos frecuentes
Vegetación natural		No hay*
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		27-07-2012
Morfología		
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**	
0 – 25 cm Apg	Color en húmedo gris muy oscuro (Gley13/N); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, medianos y gruesos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.	
25 – 44 cm Ag	Color en húmedo negro (Gley12.5/N), con moteados de color rojizo (2.5YR2.5/4), frecuencia (20%); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, medianos y gruesos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y ondulado.	
44 – 101 cm Bg	Color en húmedo negro azulado (Gley2 2.5/5PB); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; estructura que rompe en bloques angulares, finos, medios y gruesos moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite difuso.	
101 – 130 cm Cg	Color en húmedo gris muy oscuro (Gley13/N), con moteados de color amarillento pardusco (10YR6/8), frecuencia (50%); textura de campo y de laboratorio arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocas raíces, finas y medias, vivas de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro.	
Observaciones	*Presencia de tatucos o relieve gilgai.*	
Observaciones	*De acuerdo con las observaciones (cajuelas y barrenajes) en la unidad cartográfica existe bosque mixto.*	

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011621)

Cuadro 4.270. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011621)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.01	2.29	62.52	48.36	47.28	44.92	40.91	36.94	25.06	13.63	42.27	55.90
25-44	1.05	1.77	62.11	43.07	42.93	39.97	38.21	37.38	24.79	12.56	28.12	40.68
44-101	1.06	2.33	47.58	37.44	35.45	30.65	29.39	28.44	25.74	13.90	40.61	54.51

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-25	44.1	22.22	-	-	-	-
25-44	39.66	18.14	-	-	-	-
44-101	43.07	9.71	-	-	-	-

Cuadro 4.271. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011621)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	18.18	30.91	50.91	Ar	ArL	-	6.3	2.96	5.62	-	-	-	8.88	8.36	Alta
25-44	13.68	27.08	59.24	Ar	ArL	-	6.4	1.69	3.22	-	-	-	4.30		
44-101	11.06	27.28	61.66	Ar	ArL	-	6.7	2.15	4.08	-	-	-	5.28		
101-130	5.14	28.41	66.45	Ar	Ar	-	6.6	1.17	2.22	-	-	-	0.58		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	33.40	18.86	14.54	18.83	11.11	6.56	0.91	0.25	0.03	33.26	19.64	2.72	0.75	0.2
25-44	30.57	27.51	3.06	27.47	15.51	10.64	1.02	0.30	0.04	50.74	34.81	3.34	0.98	0.1
44-101	41.89	20.85	21.04	20.82	12.65	7.00	0.90	0.27	0.03	30.20	16.71	2.15	0.64	0.1
101-130	14.15	25.84		25.80	12.78	12.08	0.61	0.33	0.04	90.32	85.37	4.31	2.33	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	56.38	3.24	1.09	130.00	33.90	-	-	-	-	-
25-44	89.86	2.04	0.56	51.60	14.40	-	-	-	-	-
44-101	49.70	2.62	0.74	65.50	8.39	-	-	-	-	-
101-130	SAT	0.43	0.25	10.30	1.11	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011621)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.249 la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Apg (25 cm de espesor); Ag (19 cm de espesor); Bg (57 cm de espesor) y Cg (29 cm de espesor); el horizonte **Apg,** presenta de color gris muy oscuro, de textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Ag,** posee un color negro, de textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bg,** tiene color negro azulado, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura que rompe en bloques angulares, moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cg,** es de color gris muy oscuro, de textura (de laboratorio) arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.270 y la granulometría que se muestra en el Cuadro 4.271; los suelos presentan texturas (de laboratorio) muy finas. La densidad real presenta valores entre 2.33 - 1.77 g/cc. La densidad aparente es muy baja (1.01 - 1.06 g/cc). La porosidad total en el perfil es alta (56% – 54%), dominan los microporos (42% – 41%) sobre los macroporos (14% – 13%), lo que reduce el drenaje y limita la permeabilidad. La humedad aprovechable es media (22%) en el primer horizonte y baja (10%) en profundidad. El nivel freático asciende a los 25 cm de profundidad, lo que restringe el desarrollo normal de las raíces.

Según los resultados de la caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.271, tienen pH ligeramente ácido (6.3 – 6.4) en superficie y neutro (6.7 – 6.6) en profundidad, adecuados para la disponibilidad y solubilidad de nutrientes. Los contenidos de materia orgánica (MO), son altos (5.62%) en el primer horizonte y medios (2.22%) en profundidad, estas características están relacionadas con la capacidad de intercambio catiónico, estabilidad de los agregados y suministro de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (33.40 – 41.89 meq/100 g de suelo), lo que indica que tienen adecuado potencial para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) con niveles medios (18.83 – 27.51 meq/100 g de suelo). La saturación de bases (SB), posee valores altos (56 – 100%).

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; mientras que el potasio (K), posee valores altos en todos los horizontes. En cuanto a los cationes, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), poseen cantidades altas en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores medios excepto en el cuarto horizonte donde es bajo; el zinc (Zn), es bajo en todos los horizontes; el hierro (Fe), presenta contenidos altos a excepción del cuarto horizonte donde es medio; el manganeso (Mn), posee valores altos en superficie y disminuyen en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM011621)

Estos suelos se han originado de depósitos aluvio – coluviales, presentan moderada evolución, son muy superficiales; drenaje natural muy pobre; texturas (de laboratorio) muy finas, pH ligeramente ácido en superficie; con contenidos altos de materia orgánica en superficie; con una capacidad de intercambio de cationes alta; bases intercambiables con valores medios; saturación de bases alta al igual que la fertilidad. El régimen de humedad del suelo se califica como "ácuico", el cual son suelos que permanecen saturados con agua por más de 270 días consecutivos, mal drenados. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico", quiere decir que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Sus principales limitantes están relacionadas con el drenaje pobre, encharcamientos y régimen de humedad del suelo ácuico. Presentan pendientes planas.

Estos suelos presentan capacidad de uso para la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales, por lo que deben restringirse las prácticas agropecuarias y mantener los terrenos con la vegetación natural.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011621)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABIaz pertenece a la clase V, subclase V hc y grupo de manejo V hc-1, posee vocación para la protección de los recursos naturales y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.4.25 Unidad ABJ

Consociación El Potrerón: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010328.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Hacienda Nueva, del municipio de San José Pinula. En el paraje El Potrerón y finca La Vega del municipio de Fraijanes. En la quebrada Blanca, río Teocinte, del municipio de Palencia. En la colonia Los Cipresales; granja San Rafael y finca La Concepción, del municipio de Santa Catarina Pinula. En los alrededores del río La Concha, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 161 hectáreas. En la Figura 4.250, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.250 Talud de terraza con agricultura. Municipio de San José Pinula (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.6 °C; 1,470 mm de precipitación y una altitud media de 1,251 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S, caracterizada por pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.250, el uso principal es agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje de altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve terraza.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010328). En un 15% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011308) y en el 10% del total del área restante, por otros suelos no descritos a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación El Potrerón presenta las siguientes fases:

- **ABJd2:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado moderado. Tiene una superficie de 29 ha.

- **ABJe1:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 132 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010328)

En la Figura 4.251, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

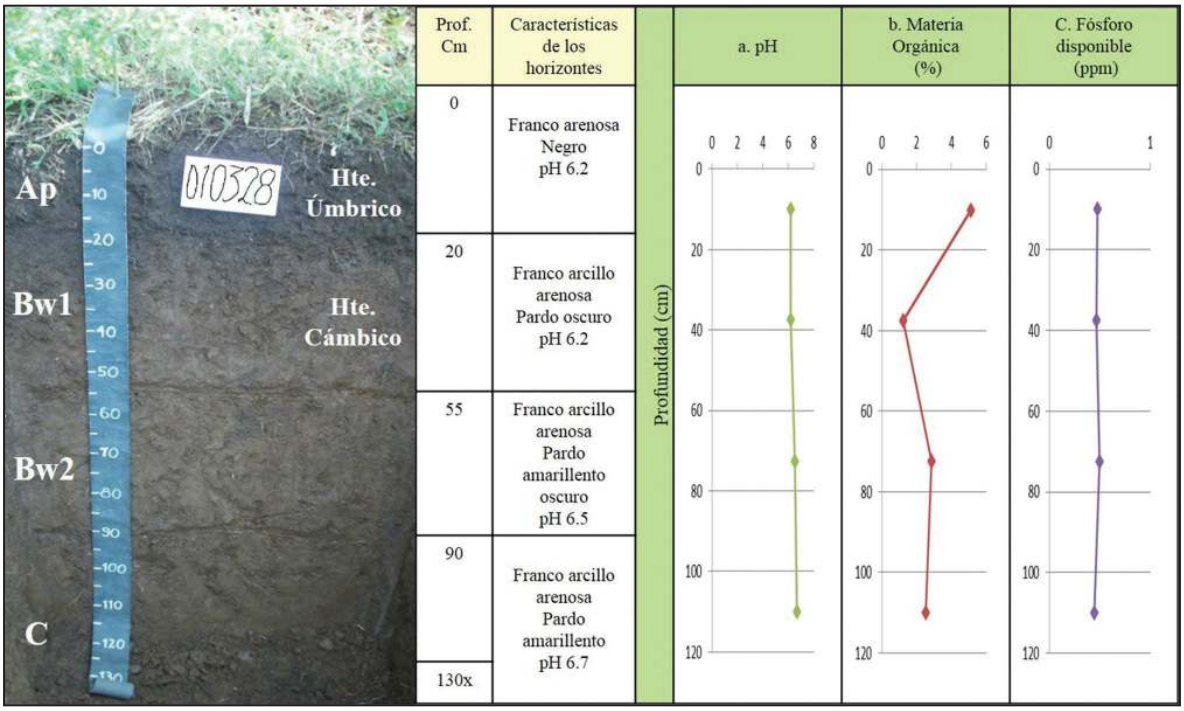


Figura 4.251 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010328), del Consociación El Potrerón. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010328)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Potrerón
Símbolo		ABJ
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	Hacienda Nueva
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 512154
		Y: 1607489
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,598
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Talud de terraza
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,720 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 al 25 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,837 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Amate, manzanillo, ciprés
Describió		Oscar Hernández de la Parra, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		05-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques angulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite claro y plano.
20 – 55 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
55 – 90 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y plano.
90 – 130 cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR3/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010328)

Cuadro 4.272. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010328)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.00	2.01	69.00	42.45	33.25	25.71	23.41	22.33	17.98	26.03	24.21	50.25
20-55	1.15	2.05	51.75	39.41	37.73	27.45	26.92	25.61	24.03	11.89	32.01	43.90

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	33.41	15.27	-	-	-	-
20-55	35.38	13.7	-	-	-	-

Cuadro 4.273. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010328)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-20	55.98	25.53	18.49	FA	FAr	-	6.2	2.69	5.12	-	-	-	0.48	7.27	Alta
20-55	57.02	16.36	26.62	FArA	ArL	-	6.2	0.65	1.23	-	-	-	0.47		
55-90	56.93	18.29	24.78	FArA	ArL	-	6.5	1.51	2.86	-	-	-	0.50		
90-130	46.79	23.2	30.1	FArA	Ar	-	6.7	1.32	2.51	-	-	-	0.45		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	29.05	11.63	17.42	11.60	8.94	1.94	0.61	0.11	0.03	30.77	6.68	2.10	0.38	0.3
20-55	23.36	7.03	16.33	6.99	5.01	1.63	0.18	0.17	0.04	21.45	6.98	0.77	0.73	0.6
55-90	27.34	7.17	20.17	7.14	5.01	1.44	0.52	0.17	0.03	18.32	5.27	1.90	0.62	0.4
90-130	26.20	7.62	18.58	7.59	5.06	1.36	0.97	0.20	0.03	19.31	5.19	3.70	0.76	0.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	39.93	3.86	3.32	72.80	53.60	-	-	-	-	-
20-55	29.92	0.22	1.19	15.50	24.90	-	-	-	-	-
55-90	26.12	0.20	0.48	30.40	14.10	-	-	-	-	-
90-130	28.97	0.20	1.07	22.70	12.10	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010328)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.251 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (35 cm de espesor); Bw2 (35 cm de espesor) y C (40 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta color en húmedo negro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques angulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene color en húmedo pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques angulares moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** exhibe color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques angulares moderadamente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color en húmedo pardo amarillento, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.272 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.273, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas; la densidad

real presenta valores bajos (2.01 y 2.05 g/cc). La densidad aparente muestra valores muy bajos (1.00 g/cc) en superficie y bajos (1.15 g/cc) en profundidad. La porosidad total varía de alta (50%) en superficie a media (44%) en profundidad; en superficie se presenta una dominancia de la macroporosidad (26% y12) sobre la microporosidad (24% y 32) y se revierte en profundidad; estas características indican una adecuada permeabilidad y buen drenaje; la humedad aprovechable es media (15 a 13%). No hay limitantes a la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.273, los suelos presentan pH ligeramente ácido (6.2 a 6.5), en los primeros tres horizontes y neutro (6.7) en el cuarto, estos valores no son limitantes para la mayoría de los cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es alto en superficie (5.12%) y bajo en profundidad (1.32 a 2.86%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y se reduce en profundidad, se relaciona con la capacidad de intercambio de cationes y el suministro parcial de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (23.36 a 29.05 meq/100 g de suelo), es un indicador de un adecuado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (11.60 meq/100 g de suelo) en superficie y bajos (7.00 a 8.00 meq/100 g de suelo) en profundidad. La saturación de bases (SB), es media (34 %) en superficie y baja (30 a 26%) en profundidad.

Con referencia a los elementos **mayores el nitrógeno** (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores altos excepto en el segundo horizonte donde son medios. Respecto a los **cationes**, el calcio (Ca), reporta valores altos en el primer horizonte y medios en el resto del perfil; el magnesio (Mg) se encuentra medio en superficie y bajo en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en los siguientes; el zinc (Zn), tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás; el hierro (Fe), posee valores altos excepto en el segundo horizonte donde son medios. El manganeso (Mn), es alto en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM010328)

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son profundos, el drenaje es bueno; con texturas (de laboratorio) moderadamente finas; pH ligeramente ácido en superficie. Presentan contenidos altos de materia orgánica en superficie, medios de bases intercambiables en superficie y se reduce en profundidad; al igual que la saturación de bases; la capacidad de intercambio de cationes y la fertilidad presentan valores altos. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmico" esto quiere decir que la temperatura del suelo varía de 15° a 22°C.

Las principales limitantes para el uso y manejo, estan relacionadas con las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) a ligeramente escarpadas (25 al 50%), la erosión moderada y el déficit de agua en época seca.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión moderada, tienen capacidad de uso agrícola y posee aptitud para el establecimiento de cultivos anuales y perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tiene aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos.

La fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión ligera, presentan capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. También tienen aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

En los suelos de capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, tales como: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza y dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Se recomienda establecer cortinas rompevientos para reducir el efecto de la erosión eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica por lo que debe plantase al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, ya que con esto se evita la escorrentía provocada por las lluvias, se reduce la erosión hídrica y se mejora la infiltración del agua de lluvia en el perfil del suelo, esto permite que el suelo permanezca húmedo, favoreciendo su desarrollo.

No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica. Si se utilizaran para la agricultura intensiva (granos básicos u otros cultivos), es necesario realizar terrazas de banco, con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con vegetación nativa. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, se recomienda incorporar fuentes de materia orgánica como abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos, restos de cosecha. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Tomando en cuenta los microelementos y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse en forma foliar Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca, por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010328)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABJd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, posee vocación agrícola. La fase ABJe1 pertenece a la clase VI, suclase VI p y grupo de manejo VI p-5, posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011308)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión en el 10% de su superficie, el suelo **Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 011308),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad aparente es muy baja, la porosidad total presenta contenidos altos. La humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y baja en el segundo. El pH es ligeramente ácido, excepto en el último horizonte donde es neutro. La materia orgánica (MO), tiene valores altos en superficie que disminuye en profundidad. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos en todos los horizontes. La saturación de bases (SB), es baja, excepto en el último horizonte donde es media, la fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.26 Unidad ABK

Grupo Indiferenciado La Cuya: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010317 y Typic Dystrustepts, familia franca fina, activa, isotérmica, perfil modal 011305 y Typic Ustorthents familia franca fina sobre fragmental, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 010310

Esta unidad cartográfica tiene suelos que pertenecen a los Ordenes Inceptisol y Entisol y se localizan en inmediaciones de las fincas Cienaguilla, San Antonio, Sausalía, paraje Puerta Negra, haciendas Nueva, Santa Inés, del municipio de San José Pinula. En las fincas Génova, Los Cipreses, San José Canales y Villa Herminia, del municipio de Santa Catarina Pinula. En áreas de la granja Gilda, El Rosario; fincas San Andrés Bella Vista; quebradas Las Flores y Las Pilas, del municipio de Fraijanes. Esta unidad abarca una extensión de 2,257 hectáreas. En la Figura 4.252, se observa el paisaje característico de la unidad.



4.252 Cañones y cañadas con arbustal y bosque. Municipio de San José Pinula (Foto: R. Pacheco 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 17.7 °C; 1,685 mm de precipitación y una altitud media de 1,711 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S, caracterizada por especies de pino colorado *(Pinus oocarpa)*,

roble *(Quercus* spp*)* y nance *(Byrsonima crassifolia),* entre otras. De acuerdo con la Figura 4.252, la cobertura vegetal está conformada por arbusto y bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y moderadamente escarpadas (50 al 75%), en el paisaje de altiplano hidro-volcánico, en tipo de relieve de cañones y cañadas.

Esta unidad cartográfica conforma un grupo indiferenciado, compuesto por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010317); por los suelos Typic Dystrustepts, familia franca fina, activa, isotérmica (perfil modal, PM 011305); los suelos Typic Ustorthents familia franca fina sobre fragmental, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil modal, PM 010310) y los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil replica PR 10319).

El Grupo Indiferenciado La Cuya presenta las siguientes fases:

- **ABKe3:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado severo. Tiene una superficie 960 ha.
- **ABKf3:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 303 ha.
- **ABKfp3:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 994 ha.

Suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010317

En la Figura 4.253, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

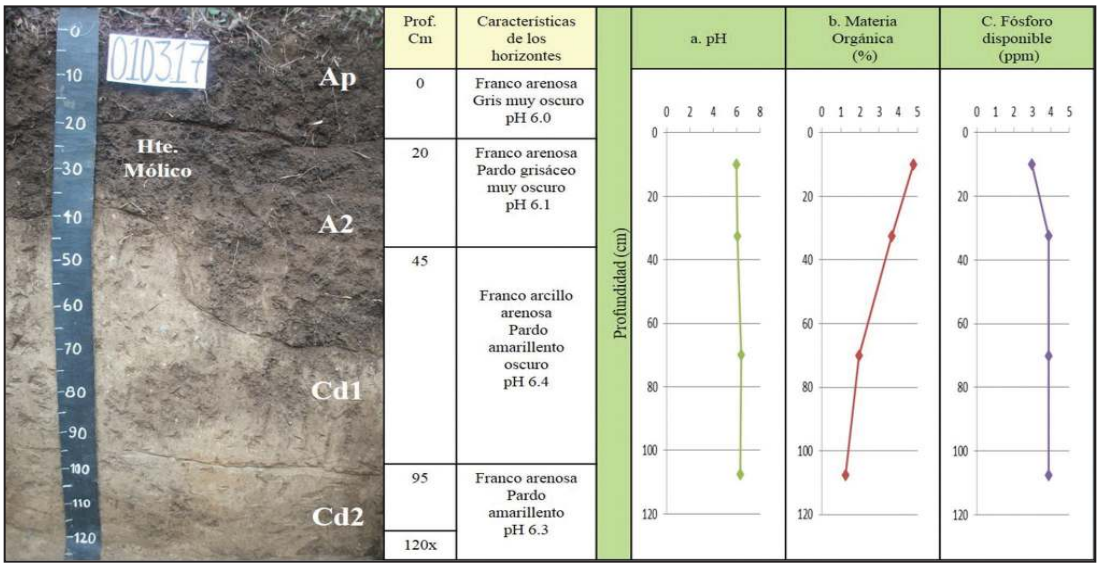


Figura 4.253 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010317), del Grupo Indiferenciado La Cuya. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010317)

Tipo de perfil		Modal 1
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado La Cuya
Símbolo		ABK
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Majúl
	Coordenadas planas	X: 512798
		Y: 1606373
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,617
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,757 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,849 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 ^{0}C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	17.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	45 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Matorrales
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, material compactado
Vegetación natural		Encino, pino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		15-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido; límite gradual y plano.
20 – 45 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
45 – 95 cm Cd1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; no hay poros; pocas raíces, medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
95 – 120 cm Cd2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; no hay poros; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido.
Observaciones	*Presencia de material compactado a 45 cm*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010317)

Cuadro 4.274. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010317)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.07	2.27	73.92	34.07	32.48	31.20	27.81	26.24	16.74	29.63	23.23	52.86
20-45	1.07	2.33	61.30	34.27	33.94	32.05	28.81	27.60	16.90	24.14	29.94	54.08
45-95	0.95	1.40	58.95	34.93	30.07	29.65	28.36	27.04	15.92	15.75	16.40	32.14

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	20.53	15.74	-	-	-	-
20-45	21.65	17.03	-	-	-	-
45-95	22.34	14.15	-	-	-	-

Cuadro 4.275. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010317)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	83.69	10.45	5.85	FA	FAr	-	6.0	2.52	4.79	-	-	-	2.98	7.55	Alta
20-45	71.05	16.78	12.17	FA	FAr	-	6.1	1.92	3.65	-	-	-	3.89		
45-95	53.30	18.44	28.27	FArA	FArL	-	6.4	1.02	1.94	-	-	-	3.89		
95-120	77.25	18.96	3.79	FA	FArL	-	6.3	0.66	1.25	-	-	-	3.89		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	28.33	14.21	14.12	14.21	10.77	2.03	1.15	0.26	-	38.03	7.16	4.05	0.93	0.0
20-45	27.15	11.29	15.86	11.29	8.37	1.25	1.49	0.18	-	30.82	4.60	5.50	0.66	0.0
45-95	29.51	8.92	20.59	8.92	6.22	0.86	1.70	0.14	-	21.09	2.90	5.77	0.47	0.0
95-120	31.87	7.49	24.38	7.49	5.54	0.77	0.86	0.31	-	17.39	2.42	2.71	0.99	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	50.17	1.06	9.20	14.74	132.20	36.20	0.41	0.82	-	-
20-45	41.58	0.79	4.91	21.21	46.94	25.40	0.46	0.99	-	-
45-95	30.23	1.41	2.12	38.83	17.62	29.40	-	-	-	-
95-120	23.51	0.91	1.37	62.87	8.58	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Typic Dystrustepts, familia franca fina, activa, isotérmica, perfil modal 011305

En la Figura 4.255, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

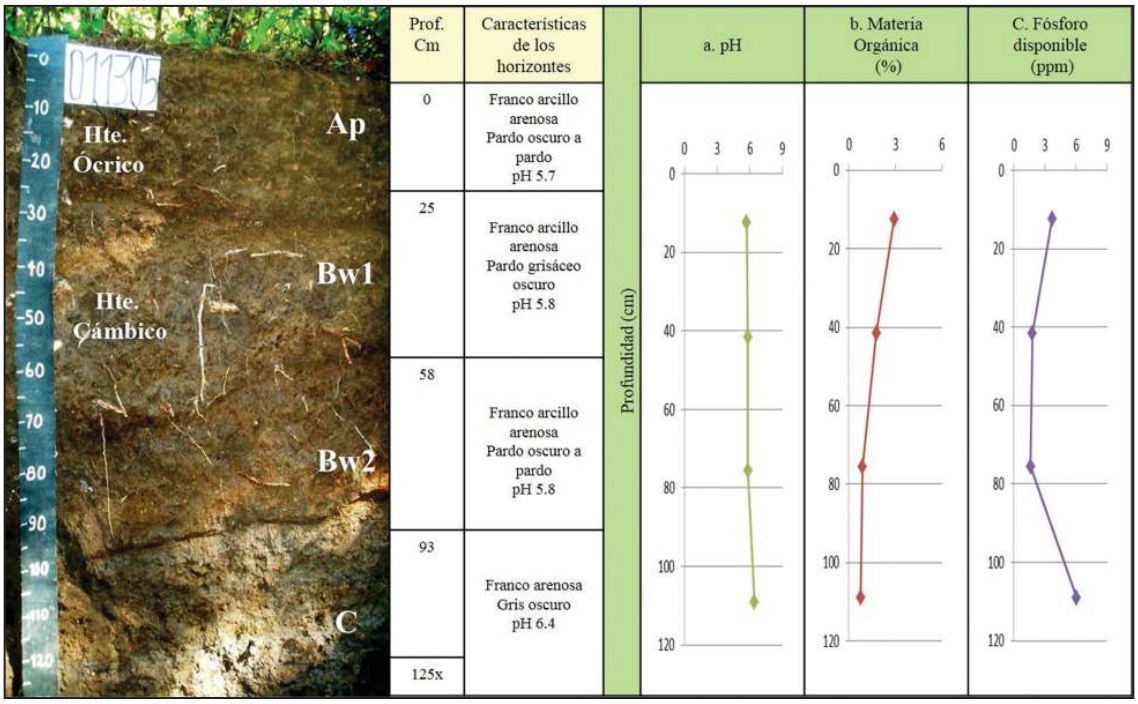


Figura 4.255 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011305) del Grupo Indiferenciado La Cuya. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011305)

Tipo de perfil		Modal 2
Unidad Cartográfica		Grupo indiferenciado La Cuya
Símbolo		ABK
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Dystrustepts, familia franca fina, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Fraijanes
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	El Rosario
	Coordenadas planas	X: 509154
		Y: 1605212
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,613
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,702 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,522 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	14.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	125 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Matorral y arboles dispersos
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, ilamo
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		13-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
25 – 58 cm Bw1	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido; límite gradual y ondulado.
58 – 93 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
93 – 125 cm C	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura de arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido.

D). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011305)

Cuadro 4.276. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011305)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.15	1.72	47.92	26.55	24.53	18.70	16.27	12.61	7.84	16.17	16.97	33.14
25-58	1.07	2.47	44.91	27.66	23.30	22.19	19.73	17.41	11.79	27.27	29.41	56.68

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	11.16	16.69	-	-	-
25-58	16.22	11.51	-	-	-

Cuadro 4.277. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011305)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	60.64	18.76	20.60	FArA	FAr	5.00	5.7	1.54	2.93	-	-	-	3.69	6.04	Media
25-58	52.39	22.12	25.49	FArA	FArA	5.00	5.8	0.94	1.79	-	-	-	1.80		
58-93	62.58	15.87	21.55	FArA	FArA	15.00	5.8	0.46	0.88	-	-	-	1.61		
93-125	69.86	12.77	17.37	FA	AF	25.00	6.4	0.40	0.76	-	-	-	6.05		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al
0-25	14.24	6.20	8.04	6.20	4.24	1.54	0.40	0.03	-	29.76	10.79	2.78	0.20	0.0
25-58	13.67	5.64	8.03	5.64	3.61	1.70	0.28	0.06	-	26.44	12.41	2.03	0.40	0.0
58-93	13.10	5.43	7.67	5.43	3.40	1.69	0.28	0.07	-	25.94	12.87	2.11	0.52	0.0
93-125	10.82	4.64	6.19	4.64	2.78	1.52	0.26	0.08	-	25.65	14.08	2.42	0.70	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	43.53	2.05	5.40	131.38	98.09	-	-	-	-	-
25-58	41.29	3.54	3.28	351.14	40.64	-	-	-	-	-
58-93	41.43	3.59	3.16	531.10	18.33	-	-	-	-	-
93-125	42.84	4.00	3.68	537.05	19.33	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Typic Ustorthents familia franca fina sobre fragmental, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 010310

En la Figura 4.256, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

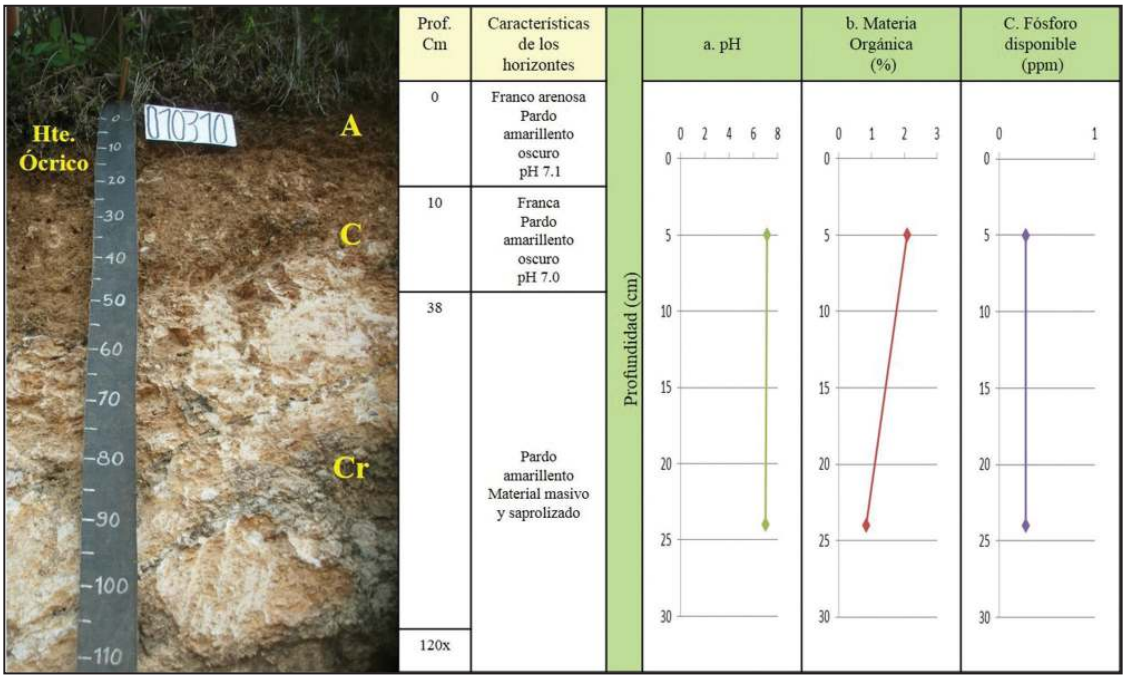


Figura 4.256 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010310) del Grupo Indiferenciado La Cuya. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010310)

Tipo de perfil		Modal 3
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado La Cuya
Símbolo		ABK
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents familia franca fina sobre fragmental, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	San Luis
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas planas	X: 511834
		Y: 1611610
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,902
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro - volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,734 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,867 mm
	Temperatura promedio anual	17.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo

Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	38 cm
	Limitante	Contacto paralítico
Uso	**Actual**	Cobertura relictos de bosque natural
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, contacto paralítico, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, ciprés, guachipilín
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		15-05-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 10 cm A	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite gradual y plano.
10 – 38 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; no hay poros, pocas raíces, medias, vivas de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite gradual y ondulado.
38 – 120 cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); material masivo y saprolizado (90% fragmentos).

E). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010310)

Cuadro 4.278. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010310)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-10	1.03	2.49	57.46	41.33	35.61	31.30	26.78	19.79	17.94	22.30	36.34	58.63
10.-38	0.81	2.49	70.58	38.97	35.23	29.90	25.65	18.23	16.25	33.80	33.67	67.47

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-10	21.7	17.67	-	-	-	-
10.-38	15.81	18.98	-	-	-	-

Cuadro 4.279. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010310)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-10	53.57	41.49	4.96	FA	Ar	15.00	7.1	1.10	2.09	-	-	-	0.28	6.44	Media
10.-38	45.58	29.62	24.80	F	Ar	25.00	7.0	0.44	0.84	-	-	-	0.28		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-10	20.51	10.73	9.78	10.73	6.01	2.91	1.60	0.21		29.32	14.17	7.82	1.01	0.0
10.-38	17.66	7.77	9.89	7.77	4.22	2.47	1.00	0.07		23.92	14.01	5.67	0.40	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-10	52.31	2.26	1.83	56.45	89.79	-	-	-	-	-
10.-38	43.99	2.07	0.43	60.23	35.39	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

F). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los perfiles modales

Suelos del perfil modal 010317

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.253 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); A (25 cm de espesor); Cd1 (50 cm de espesor) y Cd2 (25 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta un color en húmedo gris muy oscuro de textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** tiene color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, de textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd1,** exhibe un color en húmedo pardo amarillento oscuro, de textura franco arcillo limosa (de laboratorio), sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme. El horizonte **Cd2,** es de color en húmedo pardo amarillento, de textura franco arenosa (de laboratorio), sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.



De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.274 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.275, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con material compactado a partir de 45 cm de profundidad; la densidad real presenta valores bajos (2.27 a 1.40 g/cc). La densidad aparente muestra valores muy bajos (1.07 a 0.95g/cc). La porosidad total varía de alta (54%) en superficie, a media (32%) en profundidad; se observa en superficie una leve dominancia de la macroporosidad (30%) sobre la microporosidad (23%); estas características promueven una adecuada permeabilidad y buen drenaje; la humedad aprovechable es baja (17% a 14%). Existen limit3ciones a los 45 cm de profundidad, por la presencia de material compactado, que obstaculiza la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.275, presentan pH moderadamente ácido (6.0) en el primer horizonte y ligeramente ácido (6.1 a 6.3) en los demás; estos valores son adecuados para la solubilidad y disponibilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), reporta valores medios (5% a 4%), en el primer y segundo horizonte y bajos (2% a 1%) en los siguientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (27.15 a 31.87 meq/100 g de suelo), es un indicador de un adecuado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (14.21 a 11.29 meq/100 g de suelo) en superficie y bajos en profundidad (9 a 7 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente. La saturación de bases (SB) es alta (50%) en superficie y baja en profundidad (24%).

Respecto a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores altos en todos los horizontes. Con referencia a **los cationes, el** calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas excepto en el último horizonte donde se encuentra en cantidades medias; el magnesio (Mg), posee valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes.

Considerando los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en todos los horizontes, el zinc (Zn), reporta valores altos en superficie y disminuye con la profundidad; el hierro (Fe), reporta contenidos medios en el primer horizonte y altos en los siguientes; el manganeso (Mn), es alto excepto en el último horizonte donde es medio. Según los resultados de los análisis y las variables químicas la fertilidad natural de los suelos es alta.

Suelos del perfil modal 011305

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.255 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); Bw1 (33 cm de espesor); Bw2 (35 cm de espesor) y C (32 cm de espesor); el horizonte **Ap,** presenta un color en húmedo pardo oscuro a pardo, de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** tiene un color en húmedo pardo grisáceo oscuro, de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** tiene un color en húmedo pardo oscuro a pardo, de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** exhibe un color en húmedo gris oscuro, de textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.276 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.277, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas; la densidad real presenta valores bajos (1.72 y 2.47 g/cc). La densidad aparente muestra valores bajos (1.15 g/cc) en superficie y muy bajos (1.07 g/cc) en profundidad. La porosidad total varía de media (33%) en superficie a alta (57%) en

profundidad; se presenta un balance entre la microporosidad 17 a 29% y la macroporosidad 16% a 27%, estas características indican una adecuada permeabilidad y buen drenaje; la humedad aprovechable es baja (17% a 12%). No presentan ninguna restricción para el desarrollo de las plantas.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.277, presentan pH moderadamente ácido (5.7- 6.4), estos valores son adecuados para la disponibilidad y solubilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.93% a 0.76%), el mayor valor corresponde al horizonte superior y se reduce en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios (14.24 a 10.82 meq/100 g de suelo), es un indicador de un moderado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos (6.20 a 4.64 meq/100 g de suelo). La saturación de bases (SB), es media (41 % a 44%).

Con referencia a los elementos **mayores** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores medios en todo el perfil. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), reportan valores medios en superficie y bajos en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en superficie y medios en profundidad; mientras que el zinc (Zn) posee valores medios en todos los horizontes; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), reportan valores altos en todo el perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es media.

Suelos del perfil modal 010310

Estos suelos son de baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.256 y la descripción del perfil, estos suelos tienen horizontes con nomenclatura A (10 cm de espesor); C (28 cm de espesor) y Cr (82 cm de espesor); el horizonte **A,** presenta un color en húmedo pardo amarillento oscuro, de textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** tiene un color en húmedo pardo amarillento oscuro, de textura (de laboratorio) franca, sin estructura (masivo) consistencia en húmedo firme. El horizonte **Cr,** exhibe un color en húmedo pardo amarillento y un material saprolizado.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.278 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.279, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas; la densidad real presenta valores bajos (2.49 g/cc). La densidad aparente muestra valores muy bajos (1.03 a 0.81 g/cc). La porosidad total varía de alta (59%) en superficie a muy alta (67%) en profundidad; se presenta una ligera dominancia de la microporosidad (36 a 34%) sobre la macroporosidad (23% a 34%); estas características promueven una adecuada permeabilidad y buen drenaje; la humedad aprovechable es baja (18% a 19%). Existen limitaciones a los 38 cm de profundad, por contacto paralítico, que obstaculiza la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.279, presentan pH neutro (7.1 a 7.0), estos valores son adecuados para la disponibilidad y solubilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.09% a 0.84%).

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores altos (20.51 meq/100 g de suelo) en superficie y medios en profundidad (17.66 meq/100 g de suelo), es un indicador de un adecuado potencial de retención de

nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (10.73 meq/100 g de suelo), en superficie y bajos (7.77 meq/100 g de suelo), en profundidad. La saturación de bases (SB), es alta (52 %) en superficie y media (44%), en profundidad.

Con referencia a los elementos **mayores** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores altos en todos horizontes. Con referencia a los **cationes**, el calcio (Ca), posee valores altos en el primer horizonte y medios en los demás; el magnesio (Mg), se presenta en cantidades medias en el perfil.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), reporta valores medios en todos los horizontes; el zinc (Zn) posee valores bajos en el perfil; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), se encuentran altos. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es media.

G). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo

Las características principales están referidas al perfil modal 010317, las recomendaciones de uso y manejo aplica para todos los perfiles del grupo indiferenciado.

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), presentan moderada evolución, son superficiales, drenaje natural moderadamente excesivo; texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con material compactado a partir de los 45 cm de profundidad; pH moderadamente ácido en superficie; presentan contenidos medios de materia orgánica en superficie. Presentan contenido medios de bases intercambiables en superficie, la saturación de bases muestra valores altos en superficie, la capacidad de intercambio de cationes y la fertilidad presentan valores altos. El régimen de humedad del suelo es “ústico”, por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es “isotérmico”, esto significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, estan relacionadas principalmente con las pendientes ligera (25 al 50%) y moderadamente escarpadas (50 al 75%), la erosión severa, el drenaje moderadamente excesivo y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente y su propósito, es de servir como zona de amortiguamiento de los cañones y cañadas a los que pertenece. Se recomienda que se conserven estas áreas bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional. Se recomienda que en estas tierras no se lleven a cabo actividades productivas debido a la erosión severa que presentan el relieve de cañones y cañadas.

G) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 10317)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABKe3 pertenece a la clase VII, subclase VII e y grupo de manejo VII e-1; las fases ABKf3 y ABKfp3 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII pe-1, todas poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.4.27 Unidad ABL

Consociación Las Flores: Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 010327.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas Majúl y Agua Tibia, hacienda La Soledad y granja las Vertientes, del municipio de San José Pinula; finca Las Vegas, del municipio de Fraijanes y río La Concha del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 170 hectáreas. En la Figura 4.257, se muestra un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.257 Vallecito con pasto natural. Municipio de San José Pinula (Foto: O. Hernández, 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado húmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica presentan una temperatura media anual de 17.7 °C; 1,714 mm de precipitación y una altitud media de 1,588 msnm. Según De la Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S(t), caracterizada por las especies pino colorado (*Pinus oocarpa*) y roble (*Quercus* spp), entre otras. Como se observa en la Figura 4.257, el uso principal es ganadería y la cobertura vegetal son relictos de bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de depósitos aluvio - coluviales; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%) correspondientes al paisaje altiplano hidro - volcánico y tipo de relieve vallecito.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 75% de la superficie, por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica (perfil modal, PM 010327). En un 15% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011309) y en el 10% restante del total del área, por los suelos Inceptic Haplustalfs, familia arcillosa sobre franca fina, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 010320).

La Consociación Las Flores presenta las siguientes fases:

- **ABLb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 16 ha.

- **ABLc1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 132 ha.
- **ABLcp1:** Caracterizada por pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), abundante pedregosidad superficial y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 22 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 010327)

En la Figura 4.258, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

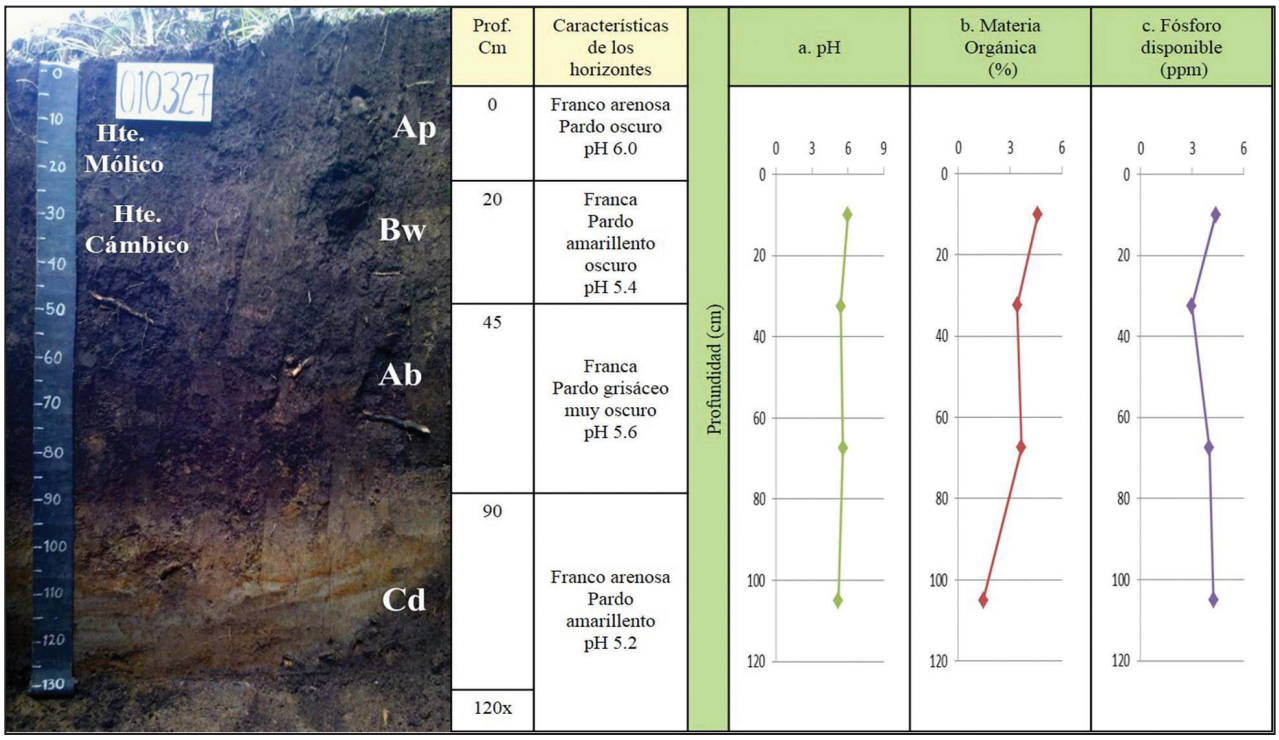


Figura 4.258 En la fotografía Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010327) de la Consociación Las Flores. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010327)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Las Flores
Símbolo		ABL
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico

Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	Agua Tibia
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Agua Tibia, interior de la finca a 500 metros de la entrada principal
	Coordenadas planas	X: 0513615
		Y: 1609335
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9,596
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro - volcánico
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Vega
Material Parental		Depósitos aluvio - coluviales
Altitud		1,680 m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 al 12 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,714 mm.
	Temperatura promedio anual	17.7°C
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento a medio
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	90 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Ganadería
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, pastos naturales
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		7/6/2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.0, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.4, fuertemente ácido; límite claro y ondulado.
45 – 90 cm. Ab	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2), con moteados de color rojo amarillento (5YR4/6), frecuentes (35%); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 5.6, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
90 – 120 cm. Cd	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4), con moteados de color rojo amarillento (5YR4/6), frecuentes (40%); textura de campo arcillosa arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo): consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos; pocas raíces, finas y muy finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, reacción moderada al H_2O_2; pH 5.2, fuertemente ácido.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010327)

Cuadro 4.280. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010327)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.00	2.39	61.31	43.00	40.89	33.60	28.71	21.05	14.85	19.37	38.79	58.16
20-45	1.16	2.58	66.63	41.38	39.61	36.04	24.51	20.45	14.33	22.32	32.72	55.04
45-90	1.05	2.03	70.15	40.11	37.42	34.37	27.13	22.74	16.76	22.52	25.75	48.28

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	32.65	26.04	-	-	-	-
20-45	28.82	25.28	-	-	-	-
45-90	34.14	20.66	-	-	-	-

Cuadro 4.281. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010327)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	67.64	23.64	8.72	FA	FAr	5.00	6.0	2.43	4.61	-	-	-	4.38	6.88	Alta
20-45	46.24	28.62	25.14	F	ArL	-	5.4	1.80	3.42	-	-	-	2.97		
45-90	41.81	32.12	26.07	F	ArL	15.00	5.6	1.93	3.66	-	-	-	3.99		
90-120	75.83	12.57	11.6	FA	ArA	-	5.2	0.76	1.45	-	-	-	4.25		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	19.37	11.03	8.34	11.01	7.59	2.70	0.59	0.13	0.02	39.18	13.94	3.05	0.67	0.2
20-45	18.23	9.36	8.87	8.69	6.18	2.11	0.24	0.16	0.67	33.90	11.57	1.32	0.88	7.2
45-90	22.79	8.73	14.06	8.42	5.92	2.19	0.12	0.19	0.31	25.98	9.61	0.53	0.83	3.6
90-120	16.52	9.38	7.14	6.86	4.66	1.73	0.17	0.30	2.52	28.21	10.47	1.03	1.82	26.9

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	56.84	2.06	1.37	132.00	30.10	-	-	-	-	-
20-45	47.67	1.37	0.70	161.00	8.32	-	-	-	-	-
45-90	36.95	2.34	1.72	154.00	19.70	-	-	-	-	-
90-120	41.53	0.48	0.94	87.20	19.70	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 010327)

Estos suelos muestran moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.258 y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw (25 cm de espesor); Ab (45 cm de espesor); Cd (30 cm de espesor); el horizonte **Ap,** es de color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable.

El horizonte **Bw,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Ab,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Cd,** presenta color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.280 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.281, los suelos tienen texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con material compactado a partir de 90 cm de profundidad; la densidad real presenta valores bajos (2.39 y 2.03 g/cc). La densidad aparente muestra valores muy bajos (1.0 g/cc) en superficie y bajos (1.16 g/cc) en profundidad. La porosidad total es alta (58% a 48%); se presenta una dominancia de la microporosidad (39% a 26%) sobre la macroporosidad (19% a 23%); estas características promueven una adecuada permeabilidad y buen drenaje; la humedad aprovechable es media (26% a 21%). Existen limitaciones a los 90 cm de profundidad, por presencia de material compactado, lo que limita la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.281, presentan pH moderadamente ácido (6.0) en el primer horizonte y fuertemente ácido (5.2) en profundidad, estos valores indican que el pH no interviene en la solubilidad y nutrientes en el suelo. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (4.61% a 3.42%) a excepción del cuarto horizonte donde es bajo (1.45%).

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios (19.37 a 18.23meq/100 g de suelo) en superficie y altos en profundidad (22.79 meq/100 g de suelo), es un indicador de un moderado potencial de retención de nutrientes útiles para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (11.01 meq/100 g de suelo) en superficie y bajos (8.69 a 6.86 meq/100 g de suelo) en profundidad. La saturación de bases (SB), es alta (57 %) en superficie y media en profundidad (37% a 48%).

Con referencia a los **elementos mayores** el nitrógeno (N) y fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), posee valores altos en superficie y descienden en profundidad. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra en cantidades altas hasta el segundo horizonte y medias en los siguientes; el magnesio (Mg), presenta valores medios en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), tiene valores medios en el horizonte superficial y decrecen en profundidad; el zinc (Zn), se encuentra bajo en el perfil; el hierro (Fe) y el manganeso (Mn), poseen valores altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM010327)

Estos suelos se han originado de depósitos aluvio-coluviales, presentan moderada evolución, son moderadamente profundos, drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente finas, a partir de 90 cm de profundidad contiene material compactado; pH moderadamente ácido en superficie; presentan contenidos medios de materia orgánica. Presentan contenidos medios de bases intercambiables en el primer horizonte; la saturación de bases muestra valores altos en superficie, la capacidad de intercambio de cationes es media y la fertilidad presenta valores altos. El régimen de humedad del suelo es "ústico", por que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", porque la temperatura de los suelos oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se debe a las pendientes de ligera (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%), la erosión ligera, la abundante pedregosidad superficial en una fase y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases con pendientes ligera (3 al 7%) y moderadamente inclinadas (7 al 12%) y erosión ligera tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos tanto anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, tienen aptitud para el desarrollo de sistemas ganaderos.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7 al 12%), erosión ligera y abundante pedregosidad superficial, tiene capacidad de uso agroforestal y posee aptitud para el establecimiento de plantaciones agroforestales, con cultivos permanentes bajo prácticas de manejo. Asimismo, tiene aptitud para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos de capacidad de uso agrícola, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, la intensidad de estas debe aumentar con el incremento de la pendiente, por lo que se recomienda: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza y no dejar el suelo sin cobertura vegetal para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos, con el fin de reducir el efecto de la erosión eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido con cercos vivos y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

En los suelos con capacidad de uso agroforestal, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una adecuada cobertura vegetal. Por la presencia de piedra en superficie se recomienda la elaboración de barreras muertas, y con esto ayudar a reducir la escorrentía superficial. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Considerando los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Con respecto al pH que es ácido, si se quisiera establecer cultivos susceptibles a la acidez, es necesario aplicar enmiendas agrícolas que deberán ser diseñadas a partir de análisis de suelo en finca y con base al cultivo a establecerse. Estos suelos necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 010327)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase ABLb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-5, la fase ABLc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-3, estas fases poseen vocación agrícola. La fase ABLcp1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-2, posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F). Breve descripción de los suelos inclusiones (PI 011309, PI 010320)

Esta unidad cartográfica contiene dos suelos inclusiones que se describen a continuación:

En un 15% del área, contiene el suelo **Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (PI 011309),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural moderado, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en los siguientes; alta porosidad total. La humedad aprovechable se presenta baja. El pH va de moderadamente ácido a neutro. La materia orgánica (MO), presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos. La saturación de bases (SB), tiene valores medios en el primer horizonte y altos en el resto del perfil. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En un 10% del área, contiene el suelo **Inceptic Haplustalfs, familia arcillosa sobre franca fina, superactiva, isotérmica (PI 010320),** se caracterizan por ser superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) finas sobre moderadamente finas, con densidad aparente muy baja en el horizonte superficial y se incrementa en profundidad. La porosidad total se comporta de muy alta a media en el perfil. La humedad aprovechable es baja. El pH va de ligeramente ácido a neutro. La materia orgánica (MO), posee valores medios en el primer horizonte y bajos en el resto del perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), presenta valores altos en todos los horizontes. La saturación de bases (SB), tiene valores altos hasta el segundo horizonte y bajos en los demás. La fertilidad natural es baja (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.4.28 Unidad ACA

Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala: Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, mezclada, superactiva, isotérmica, perfil modal 011304 y Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 011503 y Typic Dystrustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011325 y Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 011310

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen a los Ordenes Inceptisol, Entisol y Andisol y se encuentran a inmediaciones de la aldea Los Trojes, del municipio de Amatitlán; Cerro Najtinamit, fincas La Primavera, Las Pilitas y Santa Faz, parajes Los Borbollones y Los Borrollones, del municipio de Chinautla. Las fincas Britania, Colinas, Colombia, El Jocotillo, El Maguey, Graciela, Las Victorias, Loma Linda, San Antonio, San Carlos, San José, San José el Valentón, San Victor, Santa Clara, Santa Elena y Santa Isabel, aldea Lo de Diéguez, paraje Monte Bello y hacienda El Faro, del municipio de Fraijanes.

En los alrededores de los caseríos Boca del Monte, Canalitos, El Buen Pastor, El Carmen, El Porvenir, Las Pilas, Lomas de Ciudad Vieja, Los Angeles, Los Encuentros y Sabana Arriba, aldeas El Bebedero, Llano Largo, Lo de Contreras, Los Planes, parajes El Segamento, Joya Los pitos, Las Quirinas, Parque Minerva, Potrerito, Tabacal y Vuelta Grande, fincas Amate redondo, Brisas, El Chaguite, El Coyolar, El Palomar, El Rodeo, El Zompopero, Eureka, La Esperanza, La Providencia, La Trinidad, La Verbena, Las Charcas, Lo de Batres, Los Angeles, Los Talpetates, María Luisa, Miraflores, San José, San José Las Majaditas, San Sebastián, Santa Fé y Santa Teresita, aldeas El Bebedero, Llano Largo, Lo de Contreras y Los Planes, del municipio de Guatemala.

En las cercanías de las fincas Maranatha y Tinco, caserío La Perla y hacienda Rincón San Nicolás, del municipio de Mixco; caserío Cebadillita, del municipio de Palencia; finca San Antonio, caserío Galiz y aldea Santa Inés Petapa, del municipio de San Miguel Petapa; fincas El Edén, San Francisco, del municipio de San Juan Sacatepéquez. El paraje El Caminero, del municipio de San Pedro Sacatepéquez. En los parajes El Hallazgo, Los Prados de la Floresta, fincas La Travesía, Las Conchas y San Cristóbal Chillaní, del municipio de San Raimundo.

Cerca del Caserío El Porvenir, del municipio de Santa Catarina Pinula; de los caseríos El Matasano, San Cristóbal Buena Vista y Trapichito, fincas Joya de Oro, Loma Linda, San José El Chilero, San José Las Flores y Santa Clara, del municipio de Villa Canales; caseríos El Solario, El Tabloncito, fincas Rancho Azul, Rancho Santa Clara y Villalobos, paraje Palo Verde, del municipio de Villa Nueva; granja Los Olivos, comunidad La Cienaguilla y finca El Sintul, del municipio de San José Pinula. La unidad cartográfica abarca una extensión de 20,122 hectáreas. En la Figura 4.259, se muestra el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.259 Cañones y cañadas con bosque. Municipio de Guatemala (Foto: R. Pacheco 2011)

Esta unidad se localiza en cañones y cañadas y debido a su forma y extensión posee varios climas, según Thornthwaite, (MAGA, 2009). La variación oscila entre el tipo "templado subhúmedo a templado húmedo" (código C), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas anuales que varía entre 17.1 a 20.7 °C; un rango de precipitaciones entre 601 a 2,000 mm anuales y altitudes entre 1,000 a 1,800 (+/-100) m. Según De la Cruz y otros, se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.259, la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%), ligeramente escarpadas (25 al 50%) y moderadamente escarpadas (50 al 75%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve cañones y cañadas.

Esta unidad cartográfica conforma un grupo indiferenciado, compuesto por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, mezclada, superactiva, isotérmica, perfil modal (PM 011304); por los suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal (PM 011503); por los suelos Typic Dystrustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica perfil modal (PM 010325) y por los suelos Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal (PM 011310).

El Grupo indiferenciado Barrancos de Guatemala presenta las siguientes fases:

- **ACAd3:** Caracterizada por pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 22 ha.
- **ACAe3:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 3,403 ha.
- **ACAep3**: Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 757 ha.
- **ACAf3:** Caracterizada por pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%) y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 15,940 ha.

A). Descripción de los perfiles modales

Suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, mezclada, superactiva, isotérmica, perfil modal 011304

En la Figura 4.260 se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

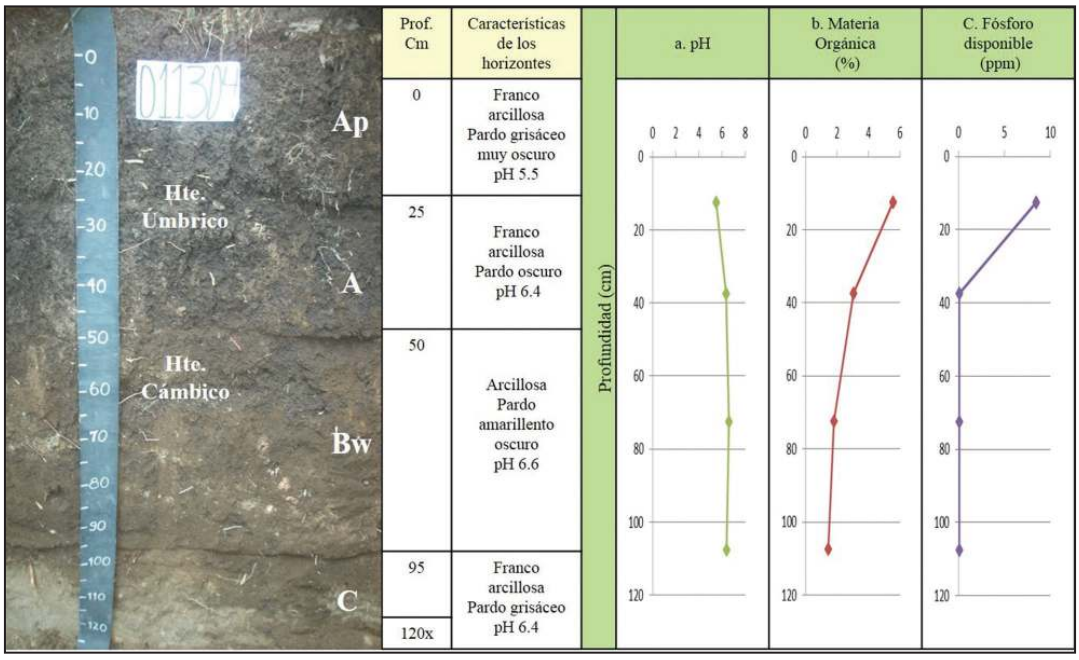


Figura 4.260 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011304) del Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011304)

Tipo de perfil		Moda l
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala
Símbolo		ACA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca fina sobre arcillosa, mezclada, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Fraijanes
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Labor La Esperanza
	Coordenadas planas	X: 505907
		Y: 1598639
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,647
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro - volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,611 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,015 mm
	Temperatura promedio anual	18.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	19.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Posee cobertura de bosque natural con áreas sobreexplotadas con café bajo sombra
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, matorrales
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		13-12-2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.5, fuertemente ácido; límite difuso.
25 – 50 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite gradual y plano.
50 – 95 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y plano.
95 – 120 cm C	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2) y pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos y medianos, irregulares; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil modal (PM 011304)

Cuadro 4.282. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011304)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.09	1.90	78.64	33.24	29.76	28.28	27.44	26.48	21.01	26.50	16.14	42.63
25-50	0.92	2.44	81.25	31.03	29.79	28.97	27.74	26.59	20.81	39.45	22.84	62.30
50-95	1.22	2.06	81.59	37.61	34.07	27.04	25.57	20.89	19.62	23.75	17.03	40.78

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-25	22.99	8.75	-	-	-	-
25-50	27.78	8.98	-	-	-	-
50-95	43.98	14.45	-	-	-	-

Cuadro 4.283. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011304)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	25.05	43.24	31.71	FAr	FAr	-	5.5	2.92	5.55	-	-	-	8.49	7.60	Alta
25-50	30.36	32.08	37.56	FAr	FAr	-	6.4	1.60	3.04	-	-	-	0.10		
50-95	26.79	30.51	42.7	Ar	FAr	-	6.6	0.94	1.79	-	-	-	0.10		
95-120	36.64	29.2	34.16	FAr	FA	-	6.4	0.76	1.45	-	-	-	0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	35.41	12.94	22.47	12.94	9.73	2.14	0.90	0.18	-	27.47	6.04	2.53	0.51	0.0
25-50	35.41	17.18	18.23	17.18	13.74	2.38	0.73	0.32	-	38.81	6.74	2.07	0.90	0.0
50-95	31.87	12.95	18.92	12.95	8.90	2.71	1.00	0.35	-	27.92	8.50	3.13	1.10	0.0
95-120	24.79	11.63	13.15	11.63	8.62	1.95	0.52	0.54	-	34.78	7.87	2.12	2.16	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-25	36.55	1.04	8.61	18.35	1.02
25-50	48.52	0.85	4.74	11.37	0.83
50-95	40.65	2.09	4.07	24.32	2.07
95-120	46.93	2.23	2.85	43.72	2.22

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.284. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil 011304

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-25	25-50	50-95
Material no cristalino	++++	++++	++++
Haloisita	+	+	++
Metahaloisita (haloisita 7Å)	++	++	++

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)		
	00-25	25-50	50-95
Feldespatos	59	58	47
Vidrio volcánico	3	4	7
Cuarzo	6	4	4
Hornblenda	5	4	9
Lamprobolita	tr	tr	2
Hiperstena	1	4	3
Diópsido	1	1	1
Biotita	1	tr	1
Magnetita	16	20	15
Hematita	2	5	3
Granos alterados	2	tr	2
Fragmentos líticos	3	1	2
Fragmentos de toba	1	1	2
Circón	tr	tr	tr
Rutilo	..	..	2

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

Suelos Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 011503

En la Figura 4.261 se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

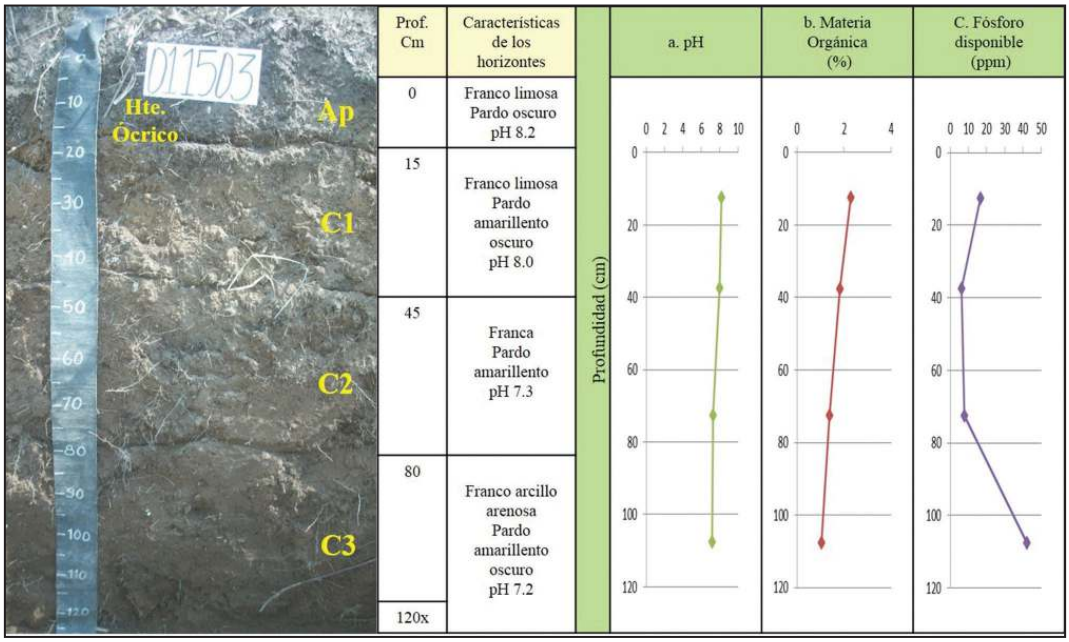


Figura 4.261 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011503), del Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011503)

Tipo de perfil		Modal 2
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala
Símbolo		ACA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Ustorthents, familia franca gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Nueva
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Vivero Palmeto
	Coordenadas planas	X: 491745
		Y: 1609841
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,832
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro - volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,32 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a templado húmedo
	Precipitación promedio anual	919 mm
	Temperatura promedio anual	19.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	18.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Plantación forestal
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa y déficit de agua en época seca
Vegetación	**Natural**	No hay
	Plantada	Eucalipto
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		29-11-2011

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 8.2, moderadamente alcalino; límite claro y plano.
15 – 45 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco limosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 8.0, moderadamente alcalino; límite gradual y plano.
45 – 80 cm C2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR4/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franca; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3, neutro; límite gradual y plano.
80 – 120 cm C3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.2, neutro.

C). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011503)

Cuadro 4.285. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011503)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-15	1.17	2.11	70.95	41.29	30.47	21.04	20.17	12.98	7.96	25.42	19.13	44.55
15-45	1.13	2.07	85.41	43.01	29.28	28.94	21.91	20.05	11.85	29.84	15.57	45.41
45-80	1.09	2.05	73.85	39.75	24.16	20.55	16.35	15.21	11.68	31.51	15.32	46.83

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-15	41.35	22.51	-	-	-	-
15-45	11.67	17.43	-	-	-	-
45-80	20.5	12.48	-	-	-	-

Cuadro 4.286. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011503)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	33.71	58.68	7.61	FL	FA	-	8.2	1.20	2.28	-	-	-	16.55	7.41	Alta
15-45	21.13	69.14	9.73	FL	AF	-	8.0	0.96	1.82	-	-	-	6.15		
45-80	43.58	44.73	11.68	F	AF	-	7.3	0.72	1.37	-	-	-	7.69		
80-120	52.99	25.39	21.62	FArA	AF	-	7.2	0.54	1.03	-	-	-	42.04		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-15	19.48	18.18	1.30	18.18	14.28	2.28	1.34	0.29		73.32	11.69	6.86	1.47	0.0
15-45	24.79	19.25	5.54	19.25	13.31	4.02	1.52	0.40		53.68	16.24	6.13	1.60	0.0
45-80	22.43	16.57	5.86	16.57	10.58	4.09	1.59	0.31		47.16	18.26	7.07	1.38	0.0
80-120	23.02	15.09	7.93	15.09	9.24	3.78	1.56	0.50		40.16	16.43	6.80	2.17	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-15	93.34	0.45	3.64	17.36	41.93
15-45	77.66	1.03	1.71	29.35	32.42
45-80	73.87	1.06	2.50	53.05	31.00
80-120	65.56	1.35	2.15	55.18	10.34

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Suelos Typic Dystrustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica perfil modal 010325



En la Figura 4.262, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

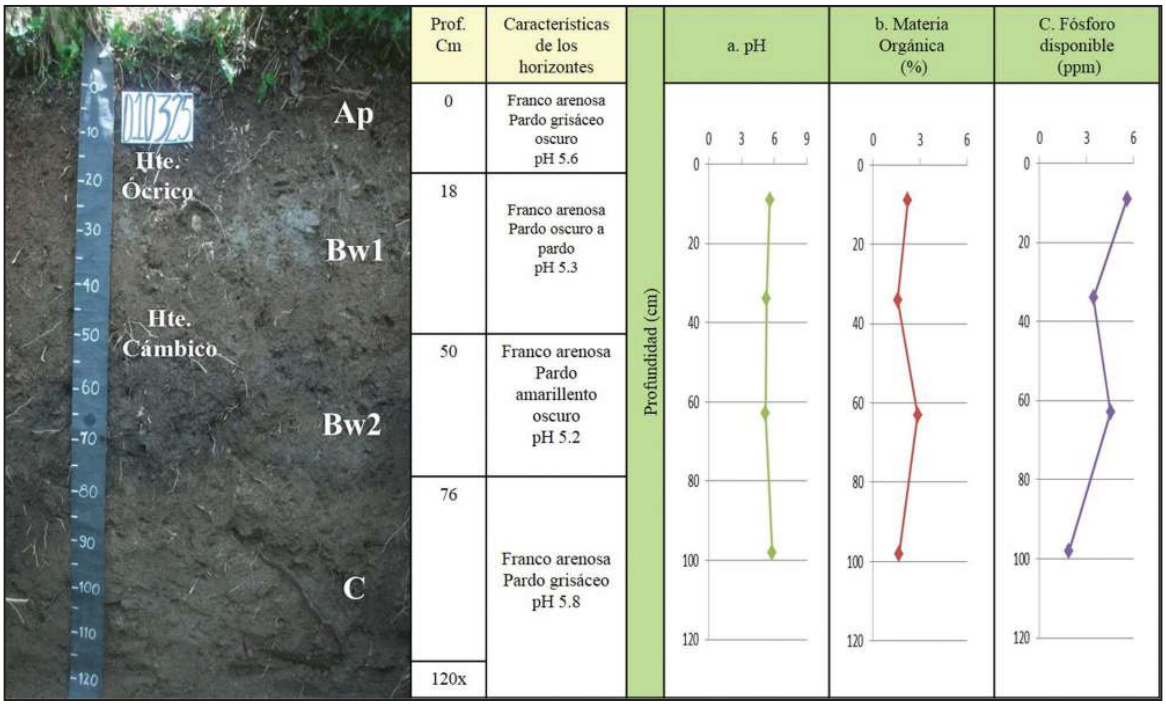


Figura 4.262 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 010325) del Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 010325)

Tipo de perfil		Modal 3
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala
Símbolo		ACA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Dystrustepts, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	San José Pinula
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca El Rincón
	Coordenadas planas	X: 510335
		Y: 1615986
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,914
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,400 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 al 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,340 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	21.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Posee cobertura de bosque natural con áreas sobreexplotadas con café bajo sombra
	Cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pendientes fuertemente escarpadas, erosión severa y Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés

Describió	Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción	10-07-2012

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 18 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.6, moderadamente ácido; límite claro y plano.
18 – 50 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.3, fuertemente ácido; límite claro y plano.
50 – 76 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.2, fuertemente ácido; límite claro y plano.
76 – 120 cm C	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, gruesos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido.

D). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 010325)

Cuadro 4.287. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 010325)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-18	0.86	2.01	45.75	40.42	34.52	33.60	18.00	12.73	6.16	14.04	43.17	57.21
18-50	1.01	2.34	47.13	41.46	39.45	36.06	17.69	11.22	7.38	9.26	47.58	56.84
50-76	1.04	2.59	45.06	41.40	35.19	30.30	17.47	10.47	8.83	13.11	46.74	59.85

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
Cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-18	30.19	28.36	-	-	-	-
18-50	27.52	32.07	-	-	-	-
50-76	27.65	26.36	-	-	-	-

Cuadro 4.288. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 010325)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-18	61.97	22.94	15.09	FA	FArA	-	5.6	1.17	2.22	-	-	-	5.60	5.14	Media
18-50	62.23	25.27	12.50	FA	FA	10.00	5.3	0.83	1.58	-	-	-	3.46		
50-76	61.70	24.75	13.55	FA	FA	15.00	5.2	1.51	2.86	-	-	-	4.54		
76-120	65.25	22.75	12.00	FA	AF	20.00	5.8	0.88	1.67	-	-	-	1.89		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-18	10.82	4.59	6.23	4.55	2.88	0.97	0.56	0.14	0.04	26.62	8.96	5.18	1.29	0.9
18-50	7.41	3.75	3.66	3.49	1.60	1.26	0.47	0.16	0.26	21.59	17.00	6.34	2.16	6.9
50-76	13.67	4.01	9.66	3.35	1.17	1.69	0.33	0.16	0.66	8.56	12.36	2.41	1.17	16.5
76-120	6.27	4.21	2.06	4.15	2.40	1.25	0.33	0.17	0.06	38.28	19.94	5.26	2.71	1.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-18	42.05	0.31	0.59	40.70	7.83
18-50	47.10	0.55	0.42	36.30	2.38
50-76	24.51	0.39	0.20	39.60	6.17
76-120	66.19	0.20	0.27	18.20	7.14

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Suelos Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 011310

En la Figura 4.263, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

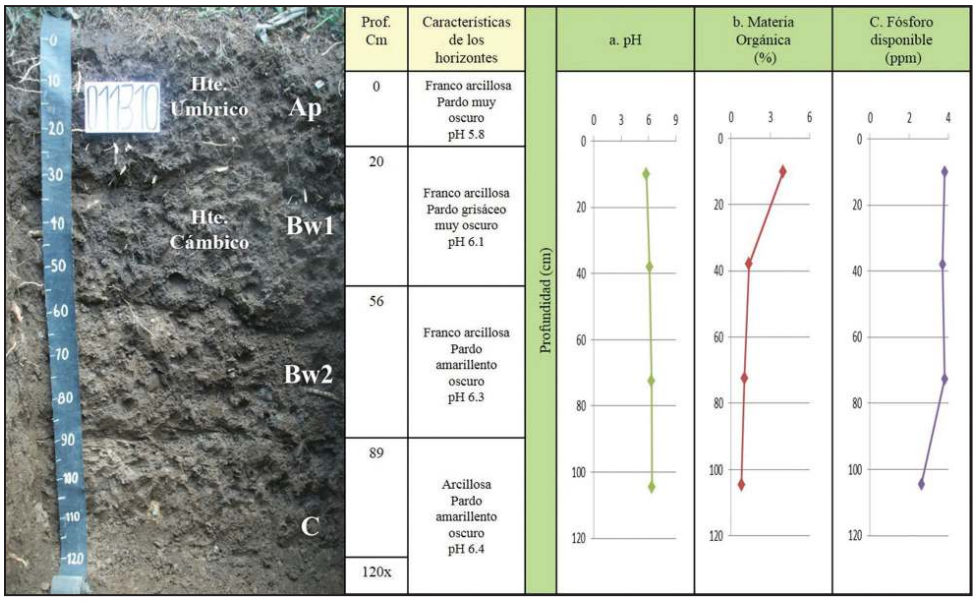


Figura 4.263 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011310), del Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011310)

Tipo de perfil		Modal 4
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala
Símbolo		ACA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Fraijanes
	Aldea	Camino a Finca La Mandarina
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca avícola El Pilar
	Coordenadas planas	X: 505133
		Y: 1601453
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,738
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro - volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tefras (cenizas volcánicas y pómez)
Altitud		1,676 m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,137 mm.
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	16.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Posee cobertura de bosque natural con áreas sobreexplotadas con café bajo sombra
	Cultivos	Café, bajo sombra
	Limitante del uso	pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa y déficit de agua en época seca,
Vegetación natural		Encino, pino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra.
Fecha de descripción		12/13/2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.8, moderadamente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 56 cm. Bw1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
56 – 89 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, ligeramente ácido, límite gradual y ondulado.

98 – 120 cm. C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido.

E). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011310)

Cuadro 4.289. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011310)

Profundidad	Densidades g/cc			Contenido de humedad %						Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	1.32	1.90	54.96	35.09	31.03	30.09	24.48	23.05	15.79	13.29	17.24	30.53
20-56	1.03	2.52	61.74	34.36	30.85	28.05	26.20	25.59	16.79	29.58	29.54	59.13

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-20	20.83	15.24
20-56	21.6	14.06

Cuadro 4.290. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011310)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	59.30	16.45	24.26	FArA	FAr	10.00	5.8	2.10	3.99	-	-	-	3.80	7.32	Alta
20-56	65.20	14.5	20.30	FArA	FAr	10.00	6.1	0.72	1.37	-	-	-	3.71		
56-89	57.08	13.94	28.98	FArA	FAr	10.00	6.3	0.54	1.03	-	-	-	3.80		
89-120	56.51	16.73	26.76	FArA	Ar	10.00	6.4	0.42	0.80	-	-	-	2.62		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	25.38	11.97	13.41	11.97	9.61	1.18	1.01	0.17	-	37.87	4.66	3.96	0.66	0.0
20-56	19.48	8.07	11.41	8.07	6.19	0.51	1.11	0.26	-	31.78	2.62	5.69	1.32	0.0
56-89	22.43	8.25	14.18	8.25	6.33	0.38	1.21	0.33	-	28.23	1.69	5.39	1.46	0.0
89-120	28.33	9.05	19.28	9.05	6.38	1.15	1.21	0.31	-	22.52	4.06	4.27	1.08	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	47.16	1.50	5.19	33.93	96.42	49.90	1.29	0.92	1.28	-
20-56	41.42	3.65	2.19	115.88	32.24	58.10	1.39	1.26	1.50	-
56-89	36.78	2.94	1.36	145.67	19.86	-	-	-	-	-
89-120	31.93	2.85	1.41	140.31	17.55	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

F). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los perfiles modales

Suelos del perfil modal 011304

Estos suelos presentan evolución pedogenética moderada. De acuerdo con la Figura 4.260 y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); A (25 cm de espesor); Bw (45 cm de espesor); C (25 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa (de laboratorio), estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** presenta color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** posee color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color pardo grisáceo, textura (de laboratorio) franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.282 y en la granulometría del Cuadro 4.283, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas. La densidad real presenta valores entre 1.90 - 2.44 g/cc; la densidad aparente en el perfil varía de muy baja (1.09 g/cc) en el primer horizonte a baja (1.22g/cc) en los demás, valores adecuados para estas texturas.

La porosidad total en el perfil varía de media (43%) en el primer horizonte a alta (62%) en el segundo; entre el 27% y 40% corresponden a los macroporos y entre el 16% y 22% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la macroporosidad sobre la microporosidad, infiltración, aireación y drenaje interno. La retención de humedad tiene valores muy bajos (9%) en superficie a bajos (15%) en profundidad, lo que indica una baja disponibilidad de agua para las plantas. Según las propiedades físicas, no presenta impedimentos mecánicos para el desarrollo radicular.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.283, tienen pH fuertemente ácido (5.5) en el primer horizonte y ligeramente ácido en los demás (6.4). El contenido de materia orgánica (MO), es alto en el primer horizonte (5.55%), medio (3.04%) en el segundo y bajo (1.45%) en los demás, valores considerados moderados para la capacidad de cambio y para el suministro parcial de nutrientes a las plantas, por lo que deben aumentarse.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (35.41 – 24.79 meq/100 g de suelo) en el perfil, esto se puede interpretar como buen potencial del suelo para retener e intercambiar nutrientes. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (17.18 – 11.63 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente, por lo que deben suplementarse. La saturación de bases (SB), reporta valores medios (37% – 48%) en el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), se encuentra en cantidades altas en todos los horizontes. De los **cationes,** el calcio (Ca), reporta valores altos en el perfil; el magnesio (Mg), tiene contenidos medios en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), se encuentra bajo en superficie y aumenta en profundidad; el Zinc (Zn), tiene valores altos en el horizonte superficial y decrecen en profundidad; el hierro (Fe), presenta contenidos medios hasta el segundo horizonte y altos en los demás; el manganeso (Mn), posee contenidos bajos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

Según los resultados de **mineralogía** realizados al perfil modal, y que se muestran en el Cuadro 4.284, en la fracción arcilla son abundantes los materiales no cristalinos, seguida de la metahaloisita (haloisita 7) y en menores proporciones haloisita. En la fracción arena dominan los feldespastos, seguido por la magnetita y en menores proporciones se encuentran el vidrio volcánico, cuarzo, hornblenda, lamprobolita, hiperstena, diópsido, biotita, hematita, granos alterados, fragmentos líticos, fragmentos de toba, circón y rutilo.

Suelo del perfil modal 011503

Estos suelos presentan baja evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.261 y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (15 cm de espesor); C1 (30 cm de espesor); C2 (35 cm de espesor); C3 (40 cm de espesor); El horizonte **Ap,** tiene color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco limosa, estructura granular, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C1,** posee color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco limosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo friable. El horizonte **C2,** muestra color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franca, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo friable. El horizonte **C3,** es de color pardo amarillento oscuro, de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.285 y en la granulometría indicada en el Cuadro 4.286, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores entre 2.11 - 2.05 g/cc. La densidad aparente en el perfil varía de baja (1.17 g/cc) en el primer horizonte y disminuye con la profundidad (1.09 g/cc), valores adecuados para estas texturas.

La porosidad total en el perfil es alta (45% – 47%); entre el 26% y 32% corresponden a los macroporos y entre el 19% y 15% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de los macroporos sobre los microporos responsables de la permeabilidad, infiltración, aireación, drenaje interno y retención de humedad, la cual varía de media (23%) en el primer horizonte a baja (12%) en el último, esto se permite deducir que el suelo presenta poca agua disponible para las plantas. No presenta limitantes físicas para el buen desarrollo radicular.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.286, tienen un pH moderadamente alcalino (8.2 – 8.0) en el primer y segundo horizonte, y neutro (7.3 – 7.2) en el tercero y cuarto, valores considerados adecuados para la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.28% – 1.03%) en todos los horizontes, estos valores son deficientes para la capacidad de cambio y el suministro parcial de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (20 – 25 meq/100 g de suelo) en todo el perfil, lo que se puede traducir en alto potencial para la retención e intercambio de nutrientes entre el suelo y la planta. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (19.25 – 15.09 meq/100 g de suelo). La saturación de bases (SB), es alta (93.34 – 65.56 meq/100 g de suelo) en todo el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N), tiene valores bajos en el perfil; el fósforo (P), reporta valores altos en el primer y cuarto horizonte y bajos en los demás; el potasio (K), presenta contenidos altos en todos los horizontes; De los cationes, el calcio (Ca), se encuentra alto en todos los horizontes; el magnesio (Mg), posee valores medios en el primer horizonte y altos en los siguientes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), reporta valores bajos en todos los horizontes; el zinc (Zn), tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes; el manganeso (Mn), presenta valores altos

en el perfil; el hierro (Fe), muestra contenidos medios en el primer horizonte y altos en el resto del perfil. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

Suelos del perfil modal 010325

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.262 y la descripción del perfil, los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (18 cm de espesor); Bw1 (32 cm de espesor); Bw2 (26 cm); C (44 cm de espesor), el horizonte **Ap,** tiene color pardo grisáceo oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** posee color pardo oscuro a pardo, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo grisáceo, de textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.287 y en la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.288, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, pocos fragmentos de roca en el perfil. La densidad real presenta valores entre 2.01 - 2.59 g/cc. La densidad aparente en el perfil es muy baja (0.86 - 1.04 g/cc).

La porosidad total en el perfil es alta (57% – 60%); entre el 14% y 9% corresponden a los macroporos y entre el 43% y 48% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la microporos sobre los macroporos responsables de una moderada permeabilidad, infiltración, aireación, drenaje interno y retención de humedad media (28% a 26%), esto puede interpretarse como poca agua disponible para las plantas. No presenta limitantes físicas para el desarrollo radicular.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.288, tienen pH moderadamente ácido (5.6) en el primer y cuarto horizonte y fuertemente ácido (5.2) en los demás, valores que comienzan a ser restrictivos para la solubilidad y disponibilidad de algunos nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es bajo (2.22% – 1.58%).

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media (10.82 – 13.67 meq/100 g de suelo) en el primer y tercer horizonte y baja (7.41 – 6.27 meq/100 g de suelo) en el segundo y cuarto. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores bajos (4.55 – 3.35 meq/100 g de suelo), esta reserva se considera insuficiente, por lo que deben suplementarse. La saturación de bases (SB), media (42% - 47%) en el primer y segundo horizonte, baja (24%) en el tercero y alta (66%) en el último.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), presenta contenidos altos en superficie y medios en profundidad. De los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), se encuentran bajos en todos los horizontes.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y el zinc (Zn), reportan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), muestra contenidos altos hasta el tercer horizonte y medios en el último; el manganeso (Mn), tiene valores medios, excepto en el segundo horizonte donde son bajos. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es media.

Suelos del perfil modal 011310

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.263 y la descripción del perfil modal los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); Bw1 (36 cm de espesor); Bw2 (33 cm de espesor); C (31 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color pardo muy oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** posee color pardo grisáceo muy oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo amarillento oscuro, de textura (al tacto) arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.289 y en la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.290, los suelos presentan texturas (al tacto) moderadamente finas sobre finas, pocos fragmentos de roca en el perfil. La densidad real presenta valores entre 1.90 - 2.52 g/cc. La densidad aparente en el perfil varía de media (1.32 g/cc) en el primer horizonte a muy baja (1.03 g/cc), valores adecuados para estas texturas.

La porosidad total en el perfil varía de media (31%) en el primer horizonte a alta (59%) en los demás; entre el 13% y 30% corresponden a los macroporos y entre el 17% y 30% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la microporosidad sobre la macroporosidad relacionada con la permeabilidad, infiltración, drenaje interno, aireación; retención de humedad es baja (15% – 14%), esto puede permitir el agua disponible para las plantas. No presentan limitantes mecánicas para el buen desarrollo radicular.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.290, los suelos tienen pH moderadamente ácido (5.8) en el primer horizonte y ligeramente ácido (6.1 – 6.4) en los siguientes, valores considerados adecuados para el crecimiento de la mayoría de las plantas. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.99%) en el primer horizonte y bajo (0.80) en los demás.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (20 - 28 meq/100 g de suelo) en el perfil, esto permite deducir que se tiene alta capacidad de retener e intercambiar nutrientes con las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) tiene valores medios (11.97 meq/100 g de suelo) a bajos (8.07 meq/100 g de suelo) en profundidad. La saturación de bases (SB), varia de media (47.16 meq7100 g) en el primer horizonte a baja (31.93 meq/100 g de suelo) en el último.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), presenta contenidos altos. De los **cationes**, el calcio (Ca), se encuentra alto en todos los horizontes; el magnesio (Mg), posee valores bajos. La retención fosfórica es media.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), reporta valores bajos en el primer horizonte y medio en los demás; el zinc (Zn), tiene valores altos en el horizonte superficial y disminuye en profundidad; el manganeso (Mn), presenta valores altos en el perfil; el hierro (Fe), muestra contenidos altos en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

G). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM011304)

Las características principales están referidas al perfil modal 011304, las recomendaciones de uso y manejo aplica para todos los perfiles del grupo indiferenciado.

Suelos derivados de tefras (cenizas volcánicas y pómez), de evolución moderada, son profundos, drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre finas; pH dominante ligeramente ácido; contenido de materia orgánica alto en superficie; capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables y saturación de bases medias. Fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", debido a que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", porque la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejose derivan a las pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y moderadamente escarpadas (50 a 75%), erosión severa, drenaje moderadamente excesivo, mediana pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente y su propósito, es de servir como zona de amortiguamiento de los cañones y cañadas a los que pertenece. Se recomienda que se conserven estas áreas bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional. Se recomienda que en estas tierras no se lleven a cabo actividades productivas debido a la erosión severa que presentan el relieve de cañones y cañadas.

H) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011304)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, las fases ACAd3, ACAe3 y ACAep3 pertenece a la clase VII, subclase VII e y grupo de manejo VII e-1, la fase ACAf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1 poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.4.29 Unidad ACB

Grupo Indiferenciado El Morro: Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011615; Andic Humustepts, familia medial sobre arenosa, isotérmica, perfil modal 011622.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de las fincas Cobán, La Concha Pivaral, La Lagunilla y caserío La Manzana del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,023 hectáreas. En la Figura 4.264, se presenta un paisaje característico de la unidad.

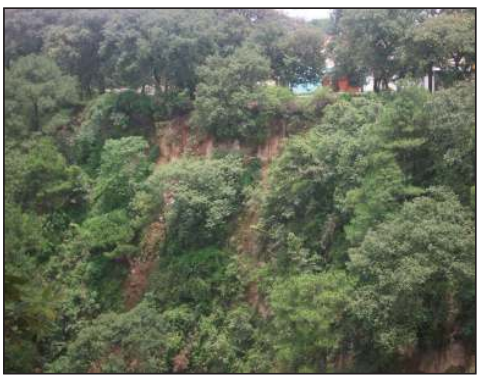


Figura 4.264 Cañones y cañadas con bosque. Municipio de Villa Canales (Foto: O. Hernández 2012)

Esta unidad se localiza en cañones y cañadas y debido a su forma y extensión posee varios climas, según Thornthwaite, (MAGA, 2009). La variación oscila entre el tipo "templado subhúmedo a templado húmedo" (código C), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas anuales que varía entre 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 2,000 mm anuales y altitudes entre 1,000 a 1,800 (+/-100) m. Según De la Cruz y otros, se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.264, la cobertura vegetal es bosque mixto.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tobas e ignimbritas; en pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve cañones y cañadas

Esta unidad cartográfica conforma un grupo indiferenciado, compuesto por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, superactiva, isotérmica, perfil modal (PM 011615) y los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre arenosa, isotérmica, perfil modal (PM 011622).

El Grupo indiferenciado El Morro presenta las siguientes fases:

- **ACBe3:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 857 ha.
- **ACBep3:** Caracterizada por pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), mediana pedregosidad superficial y erosión de grado severo. Tiene una superficie de 166 ha.

A). Descripción de los perfiles modales

Suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011615

En la Figura 4.265, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

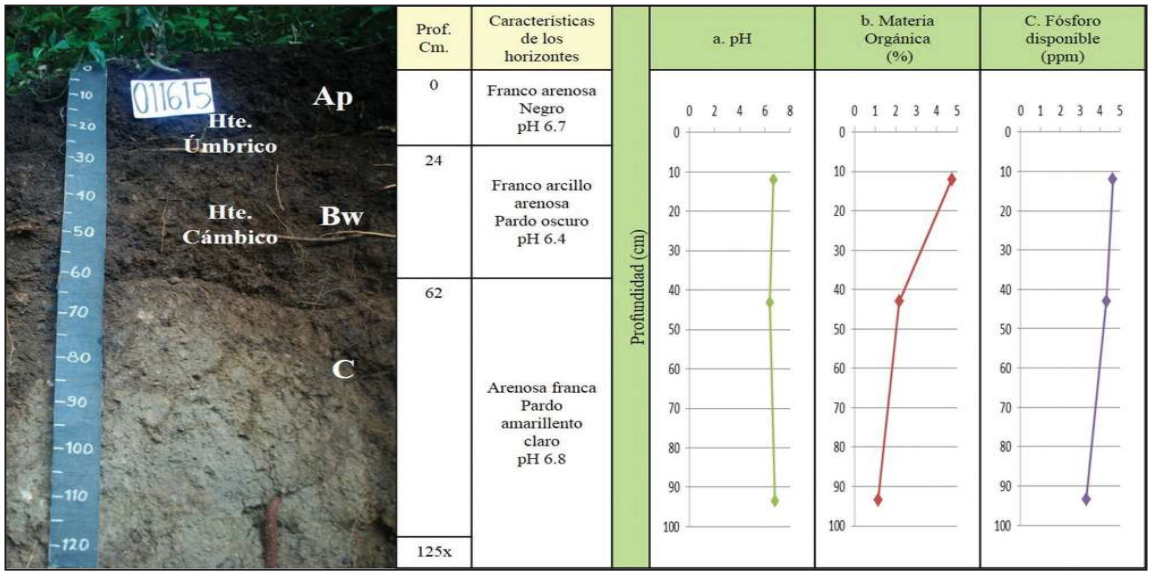


Figura 4.265 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011615) del Grupo Indiferenciado El Morro. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011615)

Tipo de perfil		Modal 1
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado El Morro
Símbolo		ACB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	La Lagunilla
	Coordenadas planas	X: 495534
		Y: 1582964
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,442
	Línea de vuelo No.	233
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro - volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		959 m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,880 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	23.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	125 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión severa y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Bosque mixto
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		7/27/2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 24 cm. Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
24 – 62 cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
62 – 125 cm. C	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa franca; frecuente piedra (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, neutro.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos perfil modal (PM 011615)

Cuadro 4.291. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011615)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-24	0.89	1.27	44.84	38.71	34.19	32.04	26.01	21.51	15.68	7.11	22.81	29.92
24-62	0.90	2.13	40.40	36.44	32.73	27.22	24.74	20.79	16.04	10.96	46.78	57.75

Profundidad	Humedad gravimétrico	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-24	27.58	18.51	-	-	-	-
24-62	40.07	16.69	-	-	-	-

Cuadro 4.292. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011615)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-24	71.96	18.02	10.01	FA	FAr	3.00	6.7	2.49	4.74	-	-	-	4.66	7.27	Alta
24-62	59.53	15.91	24.57	FArA	FArA	3.00	6.4	1.15	2.18	-	-	-	4.33		
62-125	84.98	11.38	3.63	AF	A	30.00	6.8	0.60	1.14	-	-	-	3.32		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-24	29.43	11.55	17.88	11.53	7.89	2.61	0.83	0.20	0.02	26.81	8.87	2.82	0.68	0.2
24-62	31.70	7.83	23.87	7.74	4.98	2.35	0.14	0.27	0.09	15.71	7.41	0.44	0.85	1.1
62-125	6.79	4.16	2.63	4.10	2.62	1.08	0.14	0.26	0.06	38.59	15.91	2.06	3.83	1.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-24	39.18	1.05	0.43	16.50	8.68	21.00	0.25	0.45	-	-
24-62	24.42	0.20	0.50	26.10	2.80	28.40	0.18	0.26	-	-
62-125	60.38	0.20	0.22	12.40	1.00	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la Bouyoucos. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Suelos Andic Humustepts, familia medial sobre arenosa, isotérmica, perfil modal 011622

En la Figura 4.266, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (al tacto), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

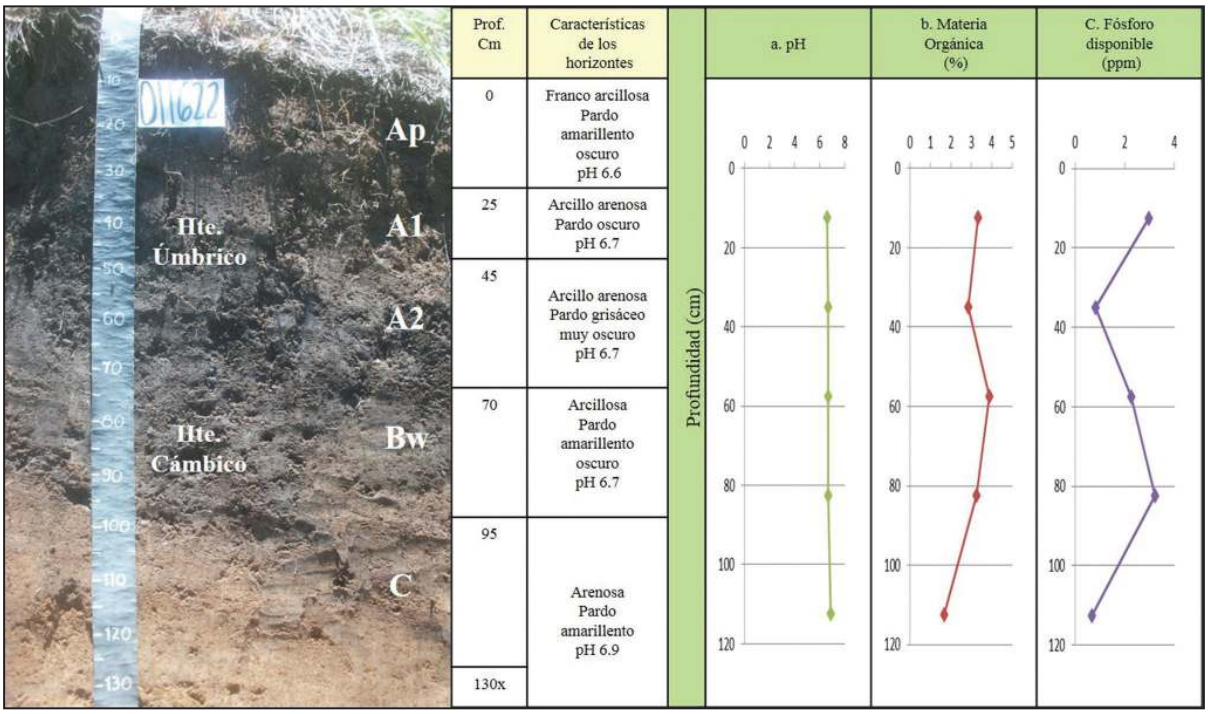


Figura 4.266 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011622) del Grupo Indiferenciado El Morro. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011622)

Tipo de perfil		Modal 2
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado El Morro
Símbolo		ACB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Andic Humustepts, familia medial sobre arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Santa Marta
	Coordenadas planas	X: 498652
		Y: 1583774
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	1,444
	Línea de vuelo No.	233
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Altiplano hidro – volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Tobas e ignimbritas
Altitud		978 m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 al 50 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,878 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	23.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión severa y déficit de agua en época seca.

Vegetación natural	**Natural**	-
	Plantanda	Pino, ciprés
En observaciones realizadas en la unidad que representa la calicata se reporta vegetación natural representada por las especies pino y encino.		
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		7/31/2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. Ap	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10Y3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
25 – 45 cm. A1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
45 – 70 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
70 – 95 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, neutro; límite claro y ondulado.
95 – 130 cm. C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.9, neutro.

C). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011622)

Cuadro 4.293. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011622)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.02	1.95	45.48	43.51	34.36	25.44	22.06	19.18	14.40	11.66	36.03	47.69
25-45	1.07	2.15	43.33	41.18	25.60	23.38	20.01	19.39	14.29	20.55	29.68	50.23
45-70	0.99	2.20	47.68	40.12	27.56	24.44	23.84	18.37	16.93	23.21	31.79	55.00

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-25	**23.88**	19.96
25-45	**26.79**	11.31
45-70	**28.99**	10.63

Cuadro 4.294. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011622)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucos)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	66.00	17.87	16.13	FA	FAr	-	6.6	1.75	3.33	-	-	-	2.97		
25-45	67.58	18.14	14.28	FA	ArA	-	6.7	1.51	2.86	-	-	-	0.84		
45-70	51.15	15.92	32.93	FArA	ArA	-	6.7	2.04	3.88	-	-	-	2.27	7.03	Alta
70-95	59.35	20.16	20.49	FArA	Ar	-	6.7	1.72	3.26	-	-	-	3.22		
95-130	76.51	11.58	11.91	FA	A	20.00	6.9	0.88	1.67	-	-	-	0.68		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	29.43	12.54	16.89	12.51	6.78	5.28	0.19	0.26	0.03	23.04	17.94	0.65	0.88	0.2
25-45	23.21	13.29	9.92	13.26	7.12	5.64	0.18	0.31	0.03	30.68	24.30	0.78	1.34	0.2
45-70	30.00	15.72	14.28	15.69	8.39	6.84	0.32	0.28	0.03	27.97	22.80	1.07	0.93	0.2
70- 95	36.79	13.67	23.12	13.64	6.61	6.40	0.50	0.31	0.03	17.97	17.40	1.36	0.84	0.2
95-130	28.30	4.54	23.76	4.51	1.96	1.79	0.64	0.26	0.03	6.93	6.33	2.26	0.92	0.7

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	42.51	1.43	0.30	41.20	21.50	21.50	0.58	0.92	-	-
25-45	57.13	1.81	0.20	46.20	17.50	17.60	3.60	1.51	-	-
45-70	52.30	2.14	0.27	63.00	15.10	26.80	-	-	-	-
70-95	37.08	1.79	0.38	42.90	11.20	-	-	-	-	-
95-130	15.94	0.74	0.38	16.40	6.77	-	-	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil, fue realizado "al tacto" (en campo), debido a que los materiales de los suelos andisoles e intergrados ándicos no pueden dispersarse fácilmente en laboratorio y tienen resultados variables de distribución de las partículas. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, *(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

D). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los perfiles modales

Suelos del perfil modal 011615

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.265 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (24 cm de espesor); Bw (38 cm de espesor); C (63 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color negro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** es de color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color pardo amarillento claro, textura (de laboratorio) arenosa franca, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo muy friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.291 de la granulometría que se muestran en el Cuadro 4.292, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre gruesas, pocos a frecuentes fragmentos de roca en el perfil. La densidad real presenta valores entre 1.27 - 2.13 g/cc. La densidad aparente en el perfil es muy baja (0.89 - 0.90 g/cc), valores adecuados para estas texturas, originadas de cenizas volcánicas.

La porosidad total varía en el perfil de media (30%) en el primer horizonte a alta (58%) en los demás; entre el 7% y 11% corresponden a los macroporos y entre el 23 y 47% a los microporos; estos valores muestran dominio de los microporos sobre los macroporos, los cuales influyen en la permeabilidad, infiltración, aireación y drenaje interno; retención de humedad baja (19% – 17%), lo cual se puede interpretar como poca disponibilidad de agua para las plantas. No presentan limitantes físicas para el desarrollo radicular.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.292, tienen pH de neutro (6.7) a ligeramente ácido (6.4), considerado adecuado para disponibilidad y solubilidad de nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (4.74%) en el primer horizonte y bajo (1.14) en los siguientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (29.43 meq/100 g de suelo) en superficie y baja (6.79 meq/100 g de suelo) en profundidad. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (11.53 meq/100 g de suelo) a muy bajos (4.10 meq/100 g de suelo). La saturación de bases (SB), reporta valores medios (39%) en el primer horizonte, bajos (24%) en el segundo y altos (60%) en el último. La retención fosfórica muestra valores bajos (21%), en el primer horizonte y medios (28%) en el segundo, debido a la presencia de materiales amorfos y por la presencia de aluminio activo, por lo cual debe suministrarse fosfatos en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), se encuentra en cantidades altas en el primer horizonte y bajas en los siguientes. De los cationes, el calcio (Ca), reporta valores altos en superficie y bajos en profundidad; el magnesio (Mg), se encuentra medio en el primer y segundo horizonte y bajo en el tercero.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu) y zinc (Zn), presentan valores bajos en todos los horizontes; el hierro (Fe), reporta contenidos medios en el primer y tercer horizonte y altos en el segundo; el manganeso (Mn), se encuentra en cantidades medias en el primer horizonte y bajas en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural de los suelos es alta.

Suelos del perfil modal 011622

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.266 y la descripción del perfil modal los suelos tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); A1 (20 cm de espesor); A2 (25 cm de espesor); Bw (25 cm de espesor); C (35 cm de espesor). El horizonte **Ap,** tiene color pardo amarillento oscuro, textura (al tacto) franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A1,** es de color pardo oscuro, textura (al tacto) arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollaros, consistencia en húmedo friable. El horizonte **A2,** muestra color pardo grisáceo muy oscuro, de textura (al tacto) arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados, consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color pardo amarillento oscuro, de textura (al tacto) arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** posee color pardo amarillento, textura (al tacto), arenosa, sin estructura, consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.293 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.294, los suelos presentan texturas (al tacto) finas sobre gruesas. La densidad real presenta valores entre 1.95 - 2.20 g/cc. La densidad aparente en el perfil varía de muy baja (1.02 - 0.99 g/cc), valores adecuados para estas texturas.

La porosidad total en el perfil es alta (48% - 55%); entre el 12% y 23% corresponden a los macroporos y entre el 36% y 30% a los microporos; estos valores muestran claro dominio de los microporos sobre los macroporos, estos se relacionan con la moderada permeabilidad, infiltración, aireación y drenaje interno; la retención de humedad es baja (20%– 11%), presenta poca disponibilidad de agua para las plantas. No presenta limitantes físicas para el buen desarrollo radicular.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.294, tienen pH neutro (6.6 – 6.9) en el perfil. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.33%) en superficie y bajo (1.67%) en profundidad, estos valores no favorecen la capacidad de cambio y el suministro parcial de nutrientes a las plantas. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (23.21 – 36.79 meq/100 g de suelo) en todos los horizontes, valores que indican alto potencial para la retención y suministro de nutrientes a las plantas.

Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios, los cuales varían (12.51 y 15.69 meq/100 g de suelo). La saturación de bases (SB), reporta valores medios (42% - 37%) en el primer y cuarto horizonte, altos (57% – 52%) en el segundo y tercero y bajos (16%) en el último. La retención fosfórica muestra valores bajos (18% – 22%), en superficie y medios (27%) en el tercero, debido a la presencia de materiales amorfos y por la presencia de aluminio activo, por lo cual debe suministrarse fosfatos en forma fraccionada.

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), presenta contenidos bajos en superficie y se incrementan en profundidad. De los **cationes**, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), reportan altos valores, excepto en el quinto horizonte donde son bajos.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos excepto en el tercer horizonte donde son medios; el zinc (Zn), se encuentra en cantidades bajas en todos los horizontes; el manganeso (Mn), reporta contenidos altos; el hierro (Fe), tiene valores altos hasta el cuarto horizonte y medios en el último. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

F). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM011615)

Las características principales están referidas al perfil modal 011615, las recomendaciones de uso y manejo aplica para todos los perfiles del grupo indiferenciado.

Suelos derivados de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tienen evolución moderada, son profundos; de drenaje natural bueno; texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre gruesas; pH dominante ligeramente ácido; contenido de materia orgánica medio; capacidad de intercambio de cationes alta, bases intercambiables y saturación de bases medias. Fertilidad natural alta. El régimen de humedad del suelo está calificado como "ústico", porque los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. Presentan moderada a baja adsorción de fosfatos (PO_4), especialmente por la presencia de compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. El régimen de temperatura edáfica es "isotérmica", ya que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 ºC.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se vinculan con las pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%), erosión severa y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente y su propósito, es servir como zona de amortiguamiento de los cañones y cañadas a los que pertenece. Se recomienda que se conserven estas áreas bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional. Se recomienda que en estas tierras no se lleven a cabo actividades productivas debido a la erosión severa que presentan el relieve de cañones y cañadas.

G) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011615)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, las fases ACBe3 y ACBep3 pertenecen a la clase VII, subclase VII e y grupo de manejo VII e-1, ambas poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

4.3.5 Suelos del paisaje de planicie fluvio–lacustre (F)

Este paisaje ocupa un área de **3,070** hectáreas, equivalente al **1.39**% de la superficie; se localiza en la parte sur del departamento, municipios de Amatitlán y Villa Canales, presentando una altura máxima es de 1,327 m y mínima de 1,175 msnm. En el Cuadro 4.295 tomado del capítulo de clima presenta el tipo de clima ambiental existente en este paisaje.

Cuadro 4.295. Tipos de clima ambiental presentes en el paisaje de la planicie fluvio–lacustre.

Clima	Código en el mapa	Rango de temperaturas (ºC)	Rango de altitud (m)	Rango de precipitaciones (mm)	Superficie (ha)	%
Templado subhúmedo	Q	17.1 a 20.7	1,000 a 1,800	601 a 1,000	1,442	46.97
Semicálido subhúmedo	P	20.8 a 24.3	600 a 1,000	1,001 a 2,000	1,628	53.03
Total					**3,070**	**100**

Una planicie fluvio–lacustre es una extensión plana y ligeramente plana, con pendientes suaves (máximo 3%) y pequeños desniveles (de 1 a 10 m.), formada a través del tiempo por procesos agradacionales aportados por ríos, quebradas, caños o corrientes de agua a un lago.

El tipo de relieve presente corresponde al de abanico aluvial y forma del terreno a cuerpo de abanico; los principales materiales parentales identificados son: tefras, pómez y lodos. De acuerdo con el estudio de la clasificación de suelos (Soil Survey Staff, 2014), los principales órdenes encontrados son: Molisoles con el 81.13% de la superficie del paisaje e Inceptisoles con el 18.87%.

Según los análisis de las propiedades ***físicas, químicas, mineralógicas e hidrodinámica (infiltración),*** realizados, estos suelos presentan las características siguientes:

A). Propiedades físicas:

- **Grupos texturales de los horizontes A:** influyen sobre el movimiento del agua en el suelo, disponibilidad de nutrientes y la erosión, indican la proporción de arenas (fragmentos minerales con diámetro entre 2 y 0.05 mm), limos (partículas con diámetro entre 0.05 y 0.002 mm) y arcillas (partículas con diámetro menor de 0.002 mm) que presenta el horizonte superficial del suelo. Con respecto a la textura de los suelos del paisaje, el 64.9% de los suelos poseen texturas medias y el 35.1% texturas gruesas. Fueron evaluados por método de campo para Andisoles e intergrados ándicos y por método de laboratorio para los otros suelos.

A. Estructura horizonte A: indica la forma en la que las partículas del suelo se encuentran agregadas, el 71.7% de los suelos del paisaje presenta bloques subangulares, de consistencia friable, lo que indica que se pueden desagregar fácilmente, el 100.0% presentan estructura en bloques subangulares, de consistencia friable, lo que indica que se pueden desagregar fácilmente.

B. Densidad aparente horizonte A: indica la relación del peso y volumen del suelo, tomando en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua, un valor muy bajo indica que los suelos son livianos, un valor alto indica suelos pesados. Con respecto a la densidad aparente de los suelos del paisaje, el 81.1% de los suelos presentan densidad aparente baja y el 18.9% densidad muy baja.

C. Densidad real horizonte A: indica la relación del peso y volumen del suelo, sin tomar en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua. Con relación a la densidad real, el 100.0% presenta valores bajos.

D. Profundidad efectiva: indica el espesor en el cual las raíces pueden penetrar para obtener agua y nutrientes: el 54.0% de los suelos son profundos y el 46.0% son moderadamente superficiales.

E. Drenaje natural: indica el movimiento del agua en el suelo; el 54.0% de los suelos presentan drenaje natural bueno y el 46.0% drenaje moderado.

F. Pedregosidad superficial: indica el porcentaje de fragmentos de roca (> a 2 mm de diámetro) que yacen en superficie y los que está parcialmente enterrados; el 100.0% de los suelos no presentan pedregosidad.

B. Propiedades químicas:

- **Capacidad de intercambio de cationes (CIC):** este término indica la capacidad del suelo de absorber e intercambiar nutrientes como calcio, magnesio, potasio y otros. Respecto a esta característica, el 64.9% de los suelos del paisaje presentan valores altos y el 35.1% valores medios.

- **Saturación de bases (SB):** este término indica la presencia de los cationes K, Ca, Mg y Na, su presencia o ausencia en el suelo dependen directamente del pH, cuando el pH es ácido, la saturación es baja y cuando el pH tiende a la neutralidad la saturación es alta. Con respecto a la saturación de bases de los suelos del paisaje, el 81.1% de ellos tiene valores altos y el 18.9% valores medios.

- **Carbono orgánico (CO):** El carbono orgánico es el principal elemento componente de la materia orgánica, ya que representa entre el 48 y el 59% de su peso; por la dificultad de determinar la materia orgánica del suelo, se obtiene el porcentaje de carbono orgánico y se multiplica por el factor de conversión de 1.9, si se quiere conocer el dato de M.O. Con respecto a la presencia de carbono orgánico en los suelos del paisaje, el 100.0% de ellos presentan valores bajos.

- **Potencial de hidrógeno (pH):** indica el grado de acidez o basicidad del suelo en la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes para las raíces de las plantas, estos se agruparon en dos rangos para una mejor comprensión así: *no limitantes* con el 27.9% para los neutros (pH 6.6 - 7.3) e *intermedios* con el 72.1% para los moderada a ligeramente ácidos (pH 5.5 - 6.5) y ligera a moderadamente alcalinos (pH 7.4 - 8.4).

- **Fertilidad natural:** indica la capacidad de suministrar nutrientes y condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas. En los suelos del paisaje, el 95.2% presenta valores altos y el 4.8% valores medios.

C. Propiedades mineralógicas: se extrajeron muestras de los suelos más representativos para caracterizar los minerales presentes, tanto de la fracción arcilla como de la fracción arena, los resultados se muestran a continuación:

- **Fracción arcilla:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arcilla se relaciona con la *fertilidad actual* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *abundantes* (30-50%) en material no cristalino y micas; *comunes* (15-30%) en feldespatos y metahaloisita (haloisita); *presentes* (5-15%) de interestratificados y cristobalita.

- **Fracción arena:** la identificación de los minerales presentes en la fracción arena se relaciona con la *fertilidad potencial (a futuro)* de los suelos; los minerales encontrados en esta fracción son los siguientes: *abundantes* con un 50.0% los feldespatos; *común* con un 24.5% vidrio volcánico; *presente* (5-15%) hornblenda y fragmentos de toba; también se encuentran *trazas* (<5%) de hiperstena, magnetita, biotita, fragmentos líticos, diópsido, lamprobolita y circón.

D. Infiltración: las pruebas de infiltración fueron realizadas en los perfiles 011618 y 011633; los resultados permitieron clasificar la velocidad de infiltración “moderada” y “moderadamente lenta”.

Los grupos texturales, la estructura, la densidad aparente, la densidad real, la capacidad de intercambio de cationes, la saturación de bases, el carbono orgánico y el potencial de hidrógeno se tomaron con datos hasta 50 cm (Ver Capítulo 7. Aplicaciones 11618y Anexo A. Metodología).

SÍNTESIS

Los suelos del paisaje de planicie fluvio-lacustre, presentan una adecuada proporción de arenas, limos y arcillas, que se reflejan en el dominio de texturas medias; en la estructura dominan los bloques subangulares de consistencia friable (las de mejor desempeño); respecto a la densidad aparente predomina baja; también la densidad real es baja, lo cual indica que los suelos son livianos, frágiles y requieren de un manejo adecuado de la labranza para no destruirlos; dominan los suelos profundos y moderadamente profundos. Respecto al drenaje natural, domina el bien drenado, seguido de moderado; estas condiciones permiten que los suelos tengan buena aireación, adecuada retención de humedad y un buen movimiento del agua en el suelo.

La capacidad de intercambio de cationes es alta (CICA), es alta, valores que son adecuados para la retención e intercambio de nutrientes útiles para las plantas; la saturación de bases (SB), predomina al igual que la CICA, alta; los contenidos de carbono orgánico (CO), son bajos, su presencia se relaciona con la CICA y con el suministro parcial de nutrientes a las plantas, por lo cual debe suplementarse; el pH no es un factor que limite la productividad de las tierras. La fertilidad natural es alta, que se traduce en buena disponibilidad de nutrientes para el desarrollo vegetativo.

Los minerales del suelo aportan y dejan libres los nutrientes, los cuales absorben las plantas en su proceso de desarrollo y crecimiento; en la fracción arcilla dominan los materiales no cristalinos o amorfos de tipo alofánico de origen volcánico, los cuales son muy importantes por la fertilidad actual alta que presentan los suelos, sin embargo también adsorbe los fosfatos, por lo cual deben hacerse adiciones de estos minerales para las plantas. Los minerales presentes en las arenas se relacionan con la fertilidad potencial (a futuro) del suelo, esta es alta en el paisaje, ya que las arenas presentan minerales que al desintegrarse, heredan al suelo elementos importantes para la nutrición vegetal.

Los cultivos limpios y los bajos contenidos de materia orgánica indican deficiencias en el manejo del suelo que afectan la estructura, el movimiento del agua y la incorporación de nutrientes, lo que incrementa el riesgo de erosión y la pérdida de productividad de los suelos.

En el paisaje de planicie fluvio-lacustre, se realizan cultivos para el autoconsumo y pequeñas ventas locales como granos básicos (maíz, fríjol), hortalizas (chile, tomate, cebolla) y cultivos para la como la caña de azúcar. En este paisaje se identificaron 4 unidades cartográficas de suelos, las cuales se describen en detalle a continuación:

4.3.5.1 Unidad FQA

Consociación Amatitlán: Pachic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 011403.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones del paraje Rincón del Playón, aldea Ingenio de Anís, fincas El Embeleso, El Rosario, La Providencia, La Trinidad, Rancho Grande y Santa Elena, del municipio de Amatitlán. La unidad cartográfica abarca una extensión de 1,388 hectáreas. En la Figura 4.267, se muestra un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.267 Abanico aluvial con hortalizas. Municipio de Amatitlán (Foto: R. Pacheco 2011)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "templado subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 19.5 °C; 922 mm de precipitación y una altitud media de 1,205 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubica en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-S (t), caracterizada por pino colorado (*Pinus oocarpa*), roble (*Quercus* spp) y nance (*Byrsonima crassifolia*), entre otras. Como se observa en la Figura 4.267, el uso principal es agrícola.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras, pómez y lodos; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), correspondientes al paisaje planicie fluvio-lacustre y tipo de relieve abanico aluvial.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 80% de la superficie, por los suelos Pachic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica, (perfil modal, PM 011403) y en el 20% del área restante, por los suelos Typic Ustifluvents, familia esquelética arenosa sobre franca, superactiva, isotérmica (perfil inclusión, PI 011411).

La Consociación Amatitlán presenta la siguiente fase:

- **FQAb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 1,388 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011403)

En la Figura 4.268, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

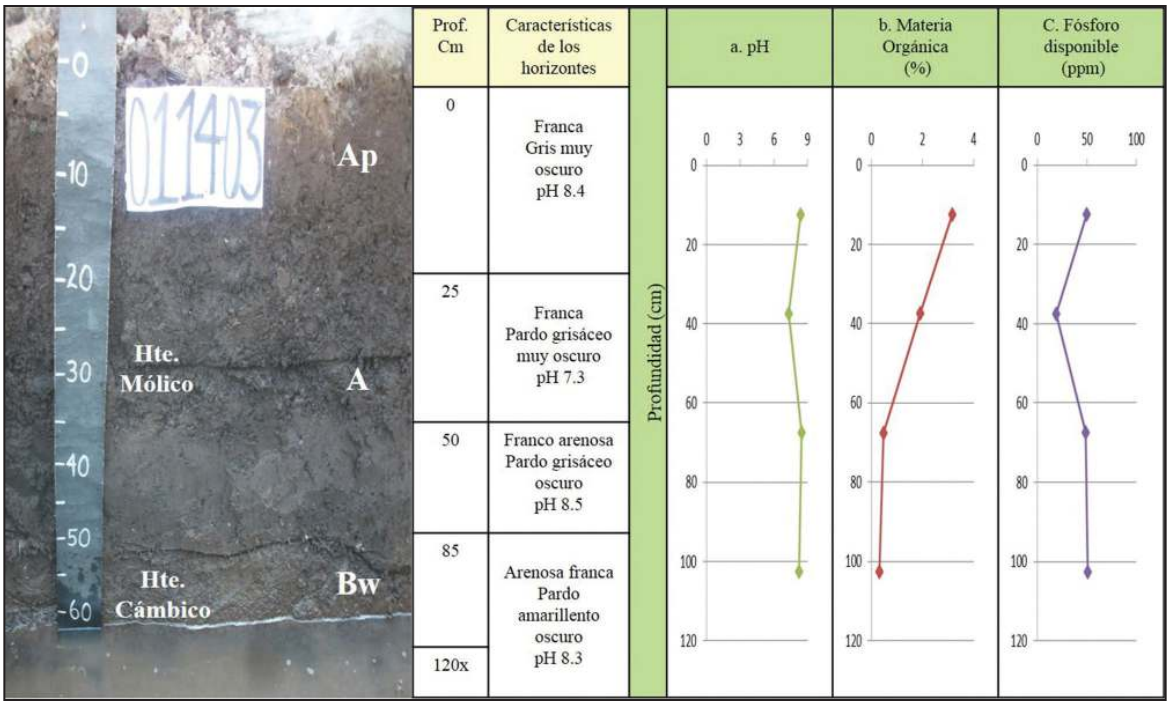


Figura 4.268 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011403) de la Consociación Amatitlán. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: R. Pacheco 2011)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011403)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Amatitlán
Símbolo		FQA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
Taxonomía del suelo		**Pachic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Amatitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca El Puente
	Coordenadas planas	X: 485622
		Y: 1598829
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,631
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Planicie fluvio – lacustre
	Tipo de relieve	Abanico aluvial
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico

Material Parental		Tefras, pómez y lodos
Altitud		1,182 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	922 mm
	Temperatura promedio anual	19.5°C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm	20.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento a medio
	Natural	Moderadamente bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	65 cm
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	65 cm
	Limitante	Nivel freático
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Pepino, tomate
	Limitante del uso	Presencia del nivel freático fluctuante y déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		No hay
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
En observaciones realizadas en otras áreas de la unidad se reporta vegetación conformada por árbol de amate, así mismo se reportan pastos naturales.		
Fecha de descripción		22-12-2011

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.4, moderadamente alcalino; límite gradual y plano.
25 – 50 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3, neutro; límite claro y ondulado.
50 – 85 cm Bw	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.5, fuertemente alcalino; limite difuso.
85 – 120 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo y de laboratorio arenosa franca; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 8.3, moderadamente alcalino.
Observaciones	*Presenta nivel freático fluctuante en época transicional de húmeda a seca.*

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011403)

Cuadro 4.296. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011403)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-25	1.23	2.09	84.94	37.49	30.16	31.30	21.71	20.18	17.26	26.54	14.61	41.15
25-50	1.16	1.66	97.25	40.76	32.68	34.69	27.69	23.99	19.79	20.00	10.12	30.12
50-85	1.14	1.15	68.09	43.38	35.60	38.39	34.21	15.11	14.25	0.41	0.45	0.87

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-25	41.66	12.89
25-50	38.13	12.89
50-85	42.6	21.35

Cuadro 4.297. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011403)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	32.20	46.17	21.63	F	FAr	-	8.4	1.66	3.15	-	-	-	49.82	8.27	Alta
25-50	42.70	44.69	12.61	F	FAr	-	7.3	1.00	1.90	-	-	-	18.90		
50-85	62.80	26.12	11.08	FA	ArA	-	8.5	0.25	0.48	-	-	-	48.81		
85-120	77.73	16.36	5.91	AF	AF	-	8.3	0.16	0.30	-	-	-	51.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-25	34.75	25.58	9.17	25.58	13.54	10.05	1.37	0.63	-	38.96	28.92	3.93	1.80	0.0
25-50	33.04	28.70	4.35	28.70	16.04	10.74	1.10	0.82	-	48.55	32.50	3.33	2.47	0.0
50-85	24.50	18.02	6.48	18.02	8.56	7.92	0.70	0.84	-	34.93	32.33	2.87	3.43	0.0
85-120	21.08	15.76	5.32	15.76	7.46	6.90	0.62	0.78	-	35.39	32.73	2.93	3.70	0.0

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn
0-25	73.61	1.59	4.88	13.00	109.56
25-50	86.85	0.81	1.65	2.15	129.67
50-85	73.56	2.60	1.70	25.20	53.18
85-120	74.75	2.62	1.95	61.90	63.17

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011403)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.268 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (25 cm de espesor); A (25 cm de espesor); Bw (35 cm de espesor); C (35 cm de espesor); el horizonte **Ap,** muestra color gris muy oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** presenta color pardo grisáceo oscuro, textura (de laboratorio) franco arenosa, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** es de color pardo amarillento oscuro, con textura (de laboratorio) arenosa franca.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.296 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.297, de los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas. La densidad real presenta valores bajos entre 2.09 - 1.15 g/cc. La densidad aparente también tiene valores bajos (1.23 g/cc a 1.14 g/cc).

La porosidad total en el perfil varía de media (41% - 30%) a baja (0.87%) en profundidad; entre el 27 y el 0.41% corresponden a los macroporos y entre 15 a 0.45% a los microporos; la macroporosidad domina sobre la microporosidad, estos valores favorecen buena permeabilidad, infiltración, aireación y drenaje interno; pero son contrastantes con la humedad aprovechable, la cual varía de baja (12%) en superficie a media (21%) en profundidad. Debido a la presencia del nivel freático a los 65 cm de profundidad, hay restricciones para el adecuado desarrollo de las raíces, debido a la disminución del oxígeno en el suelo.

Según los resultados de caracterización **química** de los suelos indicados en el Cuadro 4.297, presentan pH moderadamente alcalino (8.4 – 8.3) en el primer y cuarto horizonte, neutro (7.3) en el segundo y fuertemente alcalino (8.5) en el tercero, debido a la alcalinidad causada por el pH, puede afectar el desarrollo de algunos

cultivos. El contenido de materia orgánica (MO), es medio (3.15%) en el primer horizonte y bajo (1.90% – 0.30%) en profundidad.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es adecuada, ya que los valores son altos (34 – 21 meq/100g de suelo), esto indica que los suelos presentan un potencia alto para retener nutrientes útiles para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) con valores medios (25 – 15 meq/100 g de suelo). La saturación de bases (SB), es alta (86.5% a 73.5%).

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), tiene valores bajos en el perfil; el fósforo (P) y potasio (K), reportan altos valores en todos los horizontes. De los **cationes**, el calcio (Ca) y magnesio (Mg), se encuentran en cantidades altas.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos en el primer y segundo horizonte y medios en los siguientes; el zinc (Zn), tiene valores bajos; el hierro (Fe) reporta contenidos medios en superficie que aumentan en profundidad; el manganeso (Mn), es alto en todos los horizontes. Según los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM011403)

Estos suelos se han originado de tefras, pómez y lodos, presentan evolución moderada, son moderadamente superficiales; de drenaje natural moderado, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas; pH moderadamente alcalino en superficie; el contenido de materia orgánica es medio; la capacidad de intercambio de cationes y la saturación de bases son altas, mientras que las bases totales son medias; fertilidad natural alta. El régimen de humedad está calificado como "ústico", debido a que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura es "isotérmica", lo que significa que la temperatura del suelo oscila entre 15.0 a 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, se deben las pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), nivel freático fluctuante y la erosión ligera.

Estos suelos tienen pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión ligera y tienen capacidad de uso agrícola y poseen aptitud para el establecimiento de cultivos anuales como perennes, bajo prácticas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos.

Para su manejo se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, como sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. Si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza y dejarlo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Así mismo se recomienda establecer cortinas rompevientos, con el fin de reducir los efectos de la erosión eólica.

La ganadería, implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el

sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad es importante la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Considerando los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse Cobre y Zinc de forma foliar, a su vez debe suplementarse con hierro. Respecto a la enmienda por alcalinidad, la enmienda de esta dependerá de los análisis de suelos en finca y de la especie a sembrar. Necesitan riego en la época seca, ya sea por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011403)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase FQAb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-3, posee vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011411)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión en el 20% de su superficie, el suelo **Typic Ustifluvents, familia esquelética arenosa sobre franca, superactiva, isotérmica (PI 011411),** se caracterizan por ser muy superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas (de laboratorio) gruesas sobre moderadamente gruesas, con densidad aparente muy baja y muy alta porosidad total en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo. El pH es neutro, excepto en el tercer horizonte donde es ligeramente alcalino. La materia orgánica (MO), es baja en el perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos, excepto en el segundo horizonte donde son medios. La saturación de bases (SB), tiene valores altos en todos los horizontes. La fertilidad natural es muy alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.5.2 Unidad FPA

Consociación Los Laureles: Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, mezclada, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011633.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Inceptisol y se encuentran a inmediaciones de los caseríos El Relleno y El Zapote; fincas El Salitre, El Zapote, Venecia; labor San Rafael; colonias El Arenal, Los Laureles, Riviera Azul, Riviera Azul Dos, San Lucas, San Pedro, Punta de Ayala, Punta El Martillo; Vivero dos Rosas; Ingenio Santa Teresa y la empresa Maya Crops, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 569 hectáreas. En la Figura 4.269, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.269 Abanico aluvial cultivado con caña de azúcar. Municipio de Villa Canales (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 21.2 °C; 900 mm de precipitación y una altitud media de 850 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (cálido) bh-S(c), caracterizada por las especies castaño (*Sterculia apétala*), palo de hormigo (*Platymiscium dimorphandrum*) y laurel o bojón (*Cordia alliodora*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.269, el uso principal corresponde a agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado de tefras, pómez y lodos; en pendientes ligeramente planas (0 al 3%), correspondientes al paisaje planicie fluvio-lacustre y tipo de relieve abanico aluvial.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 80% del área, por los suelos Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, mezclada, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011633). En el 20% restante del área, está compuesta por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011636).

La Consociación Los Laureles, presenta la siguiente fase:

- **FPAa1:** Caracterizada por pendientes ligeramente planas (0 al 3%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 569 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011633)

En la Figura 4.270 se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

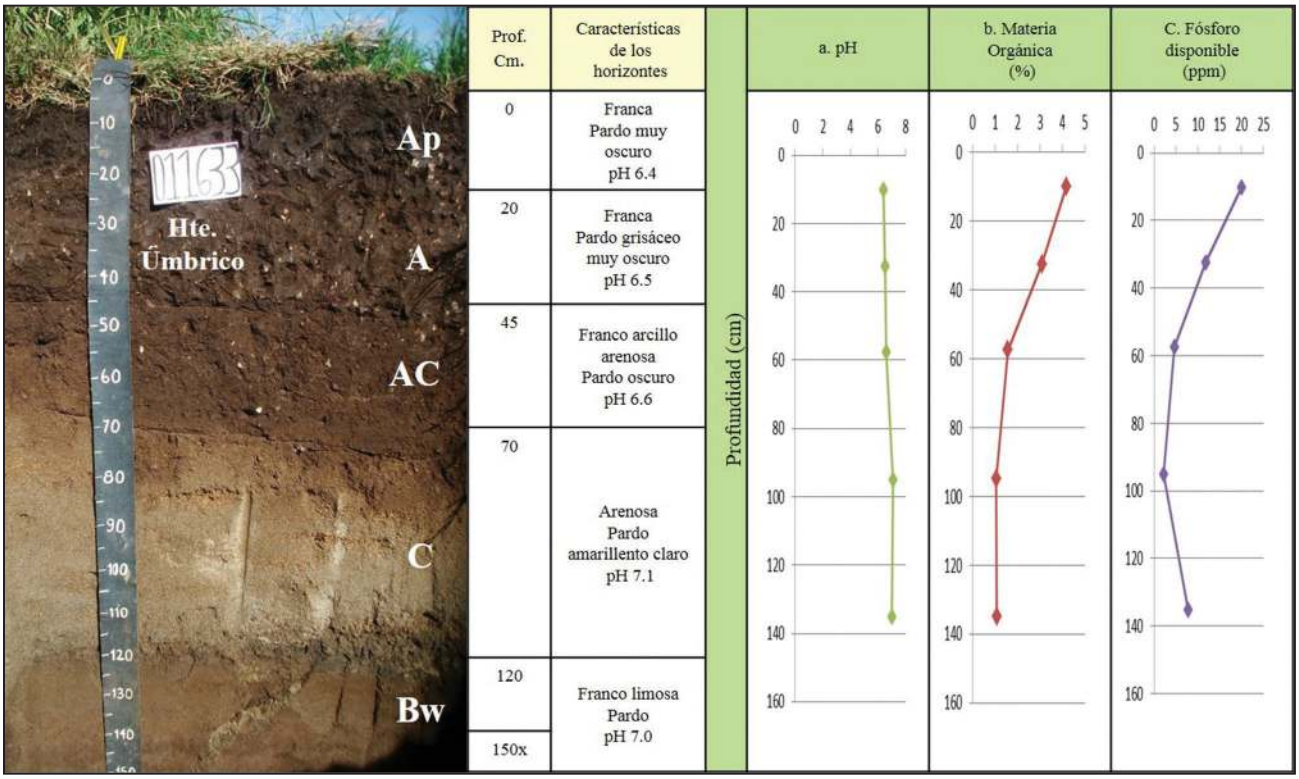


Figura 4.270 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011633) de la Consociación Los Laureles; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011633)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Los Laureles
Símbolo		FPA
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, mezclada, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Ingenio Santa Teresa
	Coordenadas planas	X: 494136
		Y: 1598924
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,639
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Planicie fluvio-lacustre
	Tipo de relieve	Abanico aluvial
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Tefras, pómez y lodos
Altitud		1,196 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente planas
	Rango	0 al 3 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	900 mm
	Temperatura promedio anual	21.2ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	24.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	150 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Caña de azúcar
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Bosque natural
Describió		César David García Sic, William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		25-07-2012
Observaciones: en las cajuelas realizadas en otras áreas de la unidad se reportan las especies amate, tempisque y palo de pito.		

Morfología	
Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
45 – 70 cm AC	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arcillo arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en gránulos, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
70 – 120 cm C	Color en húmedo pardo amarillento claro (2.5YR6/4); textura de campo y de laboratorio arenosa; frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro y ondulado.
120 – 150 cm Bw	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo limosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos del perfil modal (PM 011633)

Cuadro 4.298. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011633)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.98	2.17	44.76	37.34	36.06	35.70	30.08	23.66	9.89	10.66	44.18	54.84
20-45	1.15	2.00	53.85	34.62	33.86	29.53	26.87	23.33	12.51	15.78	26.72	42.50
45-70	1.04	2.34	44.98	37.08	27.18	22.31	18.33	13.61	5.71	21.99	33.57	55.56

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
Cm	%	%
0-20	34.21	26.17
20-45	27.27	21.35
45-70	23.17	21.47

Cuadro 4.299. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011633)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	32.66	45.99	21.35	F	FA	5.00	6.4	2.19	4.17	-	-	-	20.04		
20-45	34.25	45.08	20.67	F	FA	5.00	6.5	1.62	3.08	-	-	-	11.77		
45-70	59.88	15.46	24.66	FArA	AF	20.00	6.6	0.82	1.56	-	-	-	4.59	7.89	Alta
70-120	97.09	1.25	1.66	A	A	30.00	7.1	0.55	1.05	-	-	-	2.17		
120-150	15.12	58.65	26.23	FL	L	-	7.0	0.56	1.07	-	-	-	7.74		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-20	25.63	11.43	14.20	11.41	8.07	1.96	1.10	0.28	0.02	31.49	7.65	4.29	1.09	0.2
20-45	23.93	11.66	12.27	11.64	8.24	2.31	0.80	0.29	0.02	34.43	9.65	3.34	1.21	0.2
45-70	13.10	6.62	6.48	6.60	4.65	1.26	0.44	0.25	0.02	35.50	9.62	3.36	1.91	0.3
70-120	4.56	5.42	-	5.40	3.55	1.03	0.60	0.22	0.02	77.85	22.59	13.16	4.82	0.4
120-150	30.76	12.89	17.87	12.87	9.16	2.52	0.92	0.27	0.02	29.78	8.19	2.99	0.88	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-20	44.52	1.59	3.28	56.20	16.70	-	-	-
20-45	48.64	1.65	1.42	37.20	10.30	-	-	-
45-70	50.38	0.73	0.83	19.10	13.80	-	-	-
70-120	SAT	0.20	0.66	4.74	1.00	-	-	-
120-150	41.84	2.64	1.80	28.00	6.64	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

Cuadro 4.300. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil modal (PM 011633)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	0-20	20-45	45-70
Feldespato	++	++	++
Interestratificados	tr	tr	+
Material cristalino	+++	+++	+++
Metahaloisita (haloisita 7A)	++	++	+
Micas	++	++	++
Constitución mineralógica de la fracción arena	**Profundidad (cm)**		
	0-20	**20-45**	**45-70**
Biotita	tr	tr	4
Circón	-	-	Tr
Cuarzo	2	1	1
Diopsido	tr	tr	Tr
Feldespato (Plagioclasa)	50	48	54
Fragmentos líticos	1	1	1
Fragmentos de tobas	5	7	5
Hematita	2	tr	1
Hiperstena	5	tr	3
Hornblenda	7	4	11
Lamprobolita	tr	tr	Tr
Magnetita	6	3	3
Vidrio volcánico	22	36	17

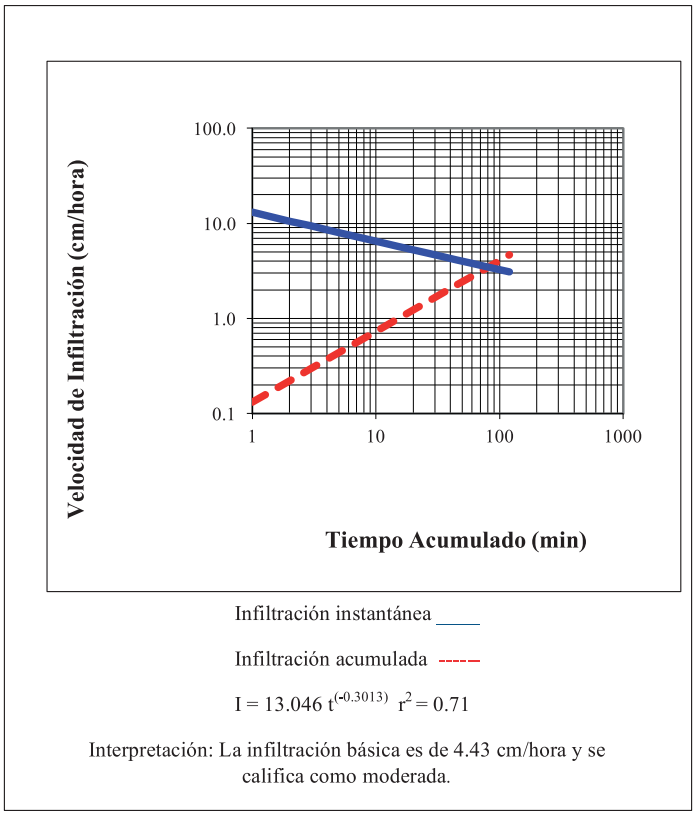


Figura 4.271 Infiltración instantánea acumulada de las pruebas para los suelos de la Consociación Los Laureles. Perfil modal 011633

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011633)

Estos suelos presentan moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.270 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (20 cm de espesor); A (25 cm de espesor); AC (25 cm de espesor); C (50 cm de espesor); Bw (30 cm de espesor); el horizonte **Ap,** muestra color pardo muy oscuro, de textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **A,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro, de textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **AC,** es de color pardo oscuro, de textura (de laboratorio) franco arcillo arenosa, estructura granular, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** presenta color pardo amarillento claro, de textura arenosa (de laboratorio), sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte **Bw,** muestra color pardo, de textura (de laboratorio) franco limosa, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de caracterización **física,** indicados en el Cuadro 4.298 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.299, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre gruesas. La densidad real presenta valores bajos (2.00 – 2.34 g/cc) en el perfil. La densidad aparente tiene valores muy bajos (0.98 g/cc) en superficie y aumenta con la profundidad (1.15 g/cc). La porosidad total es alta (55% – 56%) en el primer y tercer horizonte y desciende a media (42%) en el segundo; de la cual los macroporos ocupan

el 11% y 22% y la microporosidad entre 44% a 26%; donde se evidencia la dominancia de la micro sobre la macroporosidad, que corresponde a las texturas; estas características se relacionan con el comportamiento de la humedad aprovechable que es media (26% – 21%) y se considera adecuada para las plantas. No hay impedimentos mecánicos para la penetración de raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.299, presentan pH ligeramente ácido (6.4 – 6.5) en los primeros horizontes y neutro (6.6 – 7.1) en los restantes, valores adecuados para la disponibilidad y solubilidad de los nutrientes del suelo. El contenido de materia orgánica (MO), es alto (4.17%) en superficie, medios (3.08%) en el segundo y bajos (1.56% – 1.07%) en los demás, estos valores se relacionan con la capacidad de intercambio de cationes y suministro parcial de nutrientes a las plantas.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es alta (25.6 – 23.93 meq/100 g de suelo) en superficie y media (13.10 – 4.56 meq/100 g de suelo) en profundidad, capacidad de retención de nutrientes necesarios para las plantas. Las bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) muestran valores medios (11.4 a 12.87 meq/100 g de suelo) en los horizontes superficiales y bajos (6.6 a 5.4 meq/100 g de suelo) en los subsiguientes, esta reserva se considera insuficiente, por lo que deben suplementarse. La saturación de bases (SB), es media (44% – 48%) en superficie y alta (50% a 100%) en profundidad.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), tiene valores bajos; el fósforo disponible (P), se encuentra alto en el primer horizonte y bajo en los demás; el potasio (K), presenta contenidos altos. De los cationes, el calcio (Ca), muestra cantidades altas a medias; el magnesio (Mg) en superficie y bajos en profundidad.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos excepto en el quinto horizonte donde es medio, el zinc (Zn), es medio en el primer horizonte y bajo en los demas; el hierro (Fe), muestra contenidos altos en el primer, segundo y quinto horizonte, medios en el tercero y bajos en el cuarto y el manganeso (Mn), es alto en los primeros tres horizonte, bajo en el cuarto; medio en el quinto. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural es alta.

Según los resultados de **mineralogía** que se muestran en el Cuadro 4.300, los minerales que predominan en la fracción arcilla son los materiales no cristalinos (amorfos) y micas; en menores cantidades se presentan la metahaloisita (haloisita 7), feldespatos e interestratificados. En la fracción arena se presentan en mayor cantidad, los feldespatos y menores cantidades se presentan el vidrio volcánico, hornblenda, fragmentos de toba, el cuarzo, lamprobita, hiperstena, diópsido, biotita, magnetita, hematita, fragmentos líticos y circón.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011633)

Estos suelos se han originado de tefras, pómez y lodos, tienen moderada evolución, son profundos; de drenaje natural bueno; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas sobre gruesas, pH ligeramente ácido en superficie; con contenidos altos de materia orgánica en superficie al igual que la capacidad de intercambio de cationes, contenido de bases intercambiables medio y al igual que la saturación de bases y fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo se califica como “ústico”, o sea que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es “isohipertérmico”, esto significa que la temperatura del suelo es mayor de 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo son las pendientes ligeramente planas (0 al 3%), erosión ligera,

frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Los suelos de la unidad tienen capacidad de uso agrícola y son aptos para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción y para ganadería.

Para su manejo, se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas. Se consideran necesarias las siguientes prácticas: realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión eólica e hídrica; establecer cortinas rompevientos, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer barreras vivas.

También se recomienda realizar acequias que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil.

Las actividades relacionadas con la ganadería incluyen: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, cercos vivos y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo usando hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, necesita implementar los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo se recomienda aplicar foliarmente, cobre (Cu) y zinc (Zn). Se necesita riego en la época seca, utilizando métodos de riego por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011633)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase FPAa1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-7 y posee vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011636)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión en el 20% de su superficie, el suelo **Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica (PI 011636),** se caracterizan por ser muy profundos, con drenaje natural bueno, de texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente baja en el primer y segundo horizonte y muy baja en el tercero, la porosidad total es media en el primer horizonte, alta en el segundo, muy alta en el tercero. La humedad aprovechable es baja hasta el segundo horizonte y media en el tercero. El pH es ligeramente ácido en los primeros tres horizontes, neutro en el cuarto y ligeramente alcalino en los siguientes. La materia orgánica (MO), presenta contenidos bajos, excepto en el primero y tercero horizonte donde son medios. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), tiene valores medios en superficie y altos

en profundidad. La saturación de bases (SB), presenta valores altos en los primeros horizontes y descienden en profundidad. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.5.3 Unidad FPB

Consociación Brisas del Valle: Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011627.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones del paraje La Playa del municipio de San Miguel Petapa. Del paraje El Sauzal; Caserío La Virgen; fincas La Virgen, San Eusebio y San José Orantes, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 842 hectáreas. En la Figura 4.272, se observa el paisaje característico de la unidad.



Figura 4.272 Abanico aluvial con cultivo de caña de azúcar. Municipio de Villa Canales (Foto: O. Hernández 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 21.3 °C; 913 mm de precipitación y una altitud media de 850 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (cálido) bh-S(c), caracterizada por las especies castaño (*Sterculia apétala*), palo de hormigo (*Platymiscium dimorphandrum*) y laurel o bojón (*Cordia alliodora*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.272, el uso principal es agricultura.

Los suelos de la unidad se han originado de tefras, pómez y lodos; en pendientes ligeramente planas (0 al 3%) y ligeramente inclinadas (3 al 7%), correspondientes al paisaje planicie fluvio-lacustre y tipo de relieve abanico aluvial.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 80% del área, por los suelos Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011627). El 20% restante del área, está conformada por los suelos Typic Humustepts, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011618).

La Consociación Brisas del Valle, presenta las siguientes fases:

- **FPBa1:** Caracterizada por pendientes ligeramente planas (0 al 3%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 491 ha.
- **FPBb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 351 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011627)

En la Figura 4.273, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

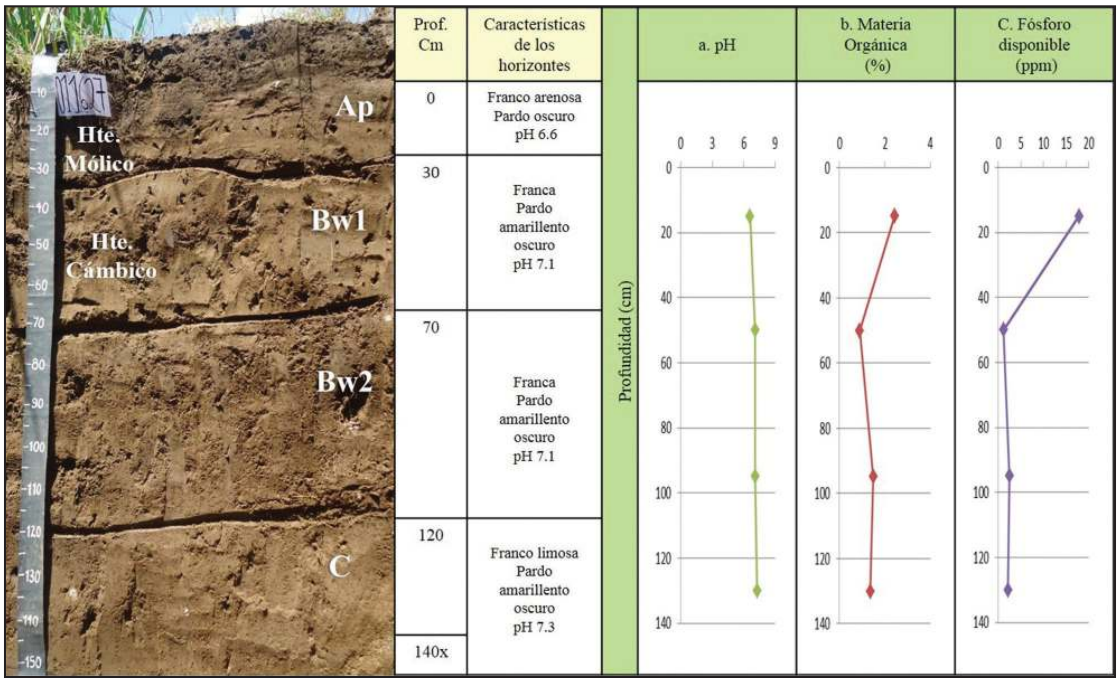


Figura 4.273 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011627) de la Consociación Brisas del Valle. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: M. Tum 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011627)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Brisas del Valle
Símbolo		FPB
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico

Taxonomía del suelo		**Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Ingenio Santa Teresa
	Coordenadas planas	X: 493867
		Y: 1600336
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,748
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Planicie fluvio-lacustre
	Tipo de relieve	Abanico aluvial
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Tefras, pómez y lodos
Altitud		1,198 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	913 mm
	Temperatura promedio anual	21.3 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	22.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Caña de azúcar
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		Latifoliadas
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		25-7-2012

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, neutro; límite claro y ondulado.
30 – 70 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro y ondulado.
70 – 120 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca grava (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción NaF, ni al HCl, ligero al H_2O_2; pH 7.1, neutro; límite claro y ondulado.
120 – 140 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos, mineralógicos e infiltración del perfil modal (PM 011627)

Cuadro 4.301. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011627)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	1.26	1.46	54.30	37.21	30.24	24.57	20.58	14.87	6.61	6.07	7.63	13.70
30-70	1.17	2.02	46.64	39.19	32.63	27.62	24.75	17.31	8.43	12.64	29.44	42.08

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-30	26.33	23.63
30-70	31.11	24.2

Cuadro 4.302. Resultados de granulometría y análisis químicos perfil (PM 011627)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	54.04	28.26	17.7	FA	FA	5.00	6.6	1.28	2.43	-	-	-	17.86	6.93	Alta
30-70	50.8	31.64	17.56	F	FAr	3.00	7.1	0.47	0.89	-	-	-	1.19		
70-120	29.25	49.07	21.68	F	FAr	5.00	7.1	0.78	1.49	-	-	-	2.49		
120-140	26.51	51.27	22.22	FL	ArL	-	7.3	0.72	1.36	-	-	-	2.13		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-30	13.58	9.15	4.43	9.13	6.90	1.30	0.67	0.26	0.02	50.81	9.57	4.93	1.91	0.2
30-70	15.28	8.13	7.15	8.11	5.74	1.43	0.73	0.21	0.02	37.57	9.36	4.78	1.37	0.2
70-120	18.12	11.28	6.84	11.26	7.82	2.64	0.53	0.27	0.02	43.16	14.57	2.92	1.49	0.2
120-140	18.68	11.12	7.56	11.10	7.62	2.84	0.31	0.33	0.02	40.79	15.20	1.66	1.77	0.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	67.23	2.74	2.66	39.60	8.45	-	-	-
30-70	53.08	1.13	1.61	13.10	3.91	-	-	-
70-120	62.14	1.23	1.35	12.20	13.90	-	-	-
120-140	59.42	1.58	1.32	12.90	13.40	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

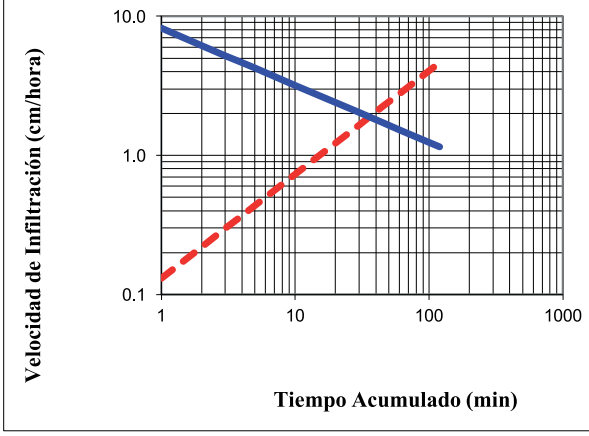
Cuadro 4.303. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil inclusión (PI 011618)

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-20	20-45	45-70
Material no cristalino	+++	+++	+++
Interestratificados	tr	+	+
Micas	+	+++	++
Metahaloisita (haloisita 7)	++	++	++

Constitución mineralógica de la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-20	20-45	45-70
Feldespatos	++	++	++
Cristobalita	+	tr	tr

Constitución mineralógica de la fracción arena	Profundidad (cm)		
	00-20	20-45	45-70
Feldespato	48	47	53
Vidrio volcanico	26	24	22
Cuarzo	1	3	2
Hornblenda	6	4	6
Lamprobolita	tr	tr	tr
Hiperstena	6	9	2
Diópsido	tr	tr	tr
Biotita	2	2	2
Magnetita	2	2	2
Hematita	tr	1	tr
Fragmentos de toba	8	7	4
Fragmentos líticos	1	1	7

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?



Infiltración instantánea ____
Infiltración acumulada - - - -
$I = 56.62t^{(-0.291)}$ $r^2 = 0.770$
Interpretación: La infiltración básica es de 0.856 cm/hora y se califica como moderadamente lenta.

Figura 4.274 Infiltración instantánea y acumulada de las pruebas para los suelos de la Consociación Brisas del Valle. Perfil inclusión 011618

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio del perfil modal (011627)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.273 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (30 cm de espesor); Bw1 (40 cm de espesor); Bw2 (50 cm de espesor); C (20 cm de espesor); el horizonte **Ap**, tiene color pardo oscuro, textura franco arenosa (de laboratorio), estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw1,** presenta color pardo amarillento oscuro, de textura (de laboratorio) franca; estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw2,** es de color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, moderadamente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color pardo amarillento oscuro, textura (de laboratorio) franco limosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.301 y de granulometría que se muestran en el Cuadro 4.302, presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La densidad real presenta valores bajos (1.46-2.02 g/cc), en el perfil. La densidad aparente tiene valores bajos (1.26 g/cc). La porosidad total es baja (14%) en el primer horizonte y media (42%) en el siguiente; de la cual el 6% y 13%, corresponden a los macroporos y entre 8% a 29% a los microporos; estos valores muestran una dominancia de la micro sobre la macroporosidad, que está acorde con las texturas (de laboratorio) moderadamente finas. La humedad aprovechable es media (24%), estas condiciones indican un drenaje interno moderado. No hay impedimentos mecánicos para la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.302, el pH es neutro (7.1-7-3), en el perfil y no es limitante para la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes. El contenido de materia orgánica (MO) presenta valores medios (2.43%) en el primer horizonte y bajos (0.47% – 0.72%) en los subsiguientes.

La capacidad de intercambio de cationes (CICA), reporta valores medios (13 a 18 meq/100 g de suelo), por lo que presentan media capacidad de retención de nutrientes necesarios para las plantas. Presentan una reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), baja (9.15 meq/100 g de suelo) en los horizontes superficiales y media (11.1 meq/100 g de suelo) con la profundidad. La saturación de bases (SB), es alta en el perfil.

Con referencia a los **elementos mayores**, el nitrógeno (N), tiene valores bajos en el perfil; el fósforo (P), reporta valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás; el potasio (K), se encuentra en cantidades altas hasta el tercer horizonte y medio en el último. Con relación a los **cationes**, el calcio (Ca), presenta cantidades altas en todos los horizontes; el magnesio (Mg), reporta cantidades bajas en el primer y segundo horizonte y medias en los demás.

Respecto a **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores medios en superficie y bajos en profundidad; el zinc (Zn), se encuentra en cantidades bajas en el perfil; el hierro (Fe), muestra contenidos altos en superficie y medios en profundidad; el manganeso (Mn), se encuentra medio en el primer horizonte, bajo en el segundo y alto en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas utilizadas, la fertilidad natural es alta.

Según los resultados de **mineralogía** realizados para el perfil inclusión (PI 011618), los que se muestran en el Cuadro 4.303 los minerales que dominan en la fracción arcilla son: los materiales no cristalinos (amorfos) y en menores proporciones: micas, metahaloisita (haloisita 7), feldespatos, interestratificados y cristobalita. En la fracción arena dominan los feldespatos y se reportan en menores proporciones: el vidrio volcánico, hornblenda,

hiperstena, fragmentos de toba, el cuarzo, lamprobita, diópsido, biotita, magnetita, hematita y fragmentos líticos.

En la Figura 4.274 se presenta la gráfica de **infiltración** de agua, realizada en el perfil inclusión (PI 011618), que posee texturas (de laboratorio) moderadamente finas; la infiltración se califica como moderadamente lenta (ver detalles en el Anexo D).

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM011627)

Suelos originados de tefras, pómez y lodos, de moderada evolución, son profundos, con drenaje natural bueno; de texturas (de laboratorio) moderadamente finas, pH neutro; con contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superior; bajos contenidos de bases en superficie; capacidad de intercambio de cationes media y saturación de bases alta al igual que la fertilidad natural. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", o sea que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmico", esto significa que la temperatura del suelo es mayor de 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos, son las pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), pocos fragmentos de roca en el perfil, erosión ligera y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Los suelos de la unidad tienen capacidad de uso agrícola y son aptos para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción y para ganadería.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas, tales como: realizar una mínima labranza y dejarlo cubierto con materiales vegetales; sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer barreras vivas, establecer cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica.

También se puede recomendar realizar acequias que incluyan gramíneas en la parte superior, con lo que se busca reducir la escorrentía que provocan las lluvias y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil.

Las actividades relacionadas con la ganadería incluyen: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, cercos vivos y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo usando hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo se recomienda aplicar foliarmente, Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Manganeso. El hierro (Fe), debe ser suplementado.

Se necesita riego en la época seca, utilizando métodos de riego por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011627)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, las fases FPBa1 y FPBb1pertenecen a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-7, ambas poseen vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011618)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión en el 20% de su superficie, el suelo **Typic Humustepts, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, isohipertérmica (PI 011618),** se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente gruesas, con densidad aparente baja; porosidad total baja en el primer horizonte y media en el segundo. La humedad aprovechable presenta contenidos medios. El pH es neutro. La materia orgánica (MO), posee valores bajos en el perfil. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media. La saturación de bases (SB), tiene valores altos en el perfil. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.5.4 Unidad FPC

Consociación Santa Teresa: Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica, perfil modal 011640.

Esta unidad cartográfica tiene suelos dominantes que pertenecen al Orden Molisol y se encuentran a inmediaciones del paraje Rincón de Venecia del municipio de Amatitlán. Colonia Doña Delfina, finca Santa Ana, San José el Tablón y Santa Teresa; río Las Minas y finca Santa Teresa, del municipio de Villa Canales. La unidad cartográfica abarca una extensión de 217 hectáreas. En la Figura 4.275, se observa un paisaje característico de la unidad.



Figura 4.275 Abanico aluvial con cultivo de caña de azúcar. Municipio de Villa Canales (Foto: C. García 2012)

Según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima es "semicálido subhúmedo". Los polígonos de la unidad cartográfica, presentan una temperatura media anual de 21.3 °C; 931 mm de precipitación y una altitud media de 850 msnm. Según De La Cruz y otros (1982), se ubican en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (cálido) bh-S(c), caracterizada por las especies castaño (*Sterculia apétala*), palo de hormigo (*Platymiscium dimorphandrum*) y laurel o bojón (*Cordia alliodora*), entre otras. De acuerdo con la Figura 4.275, el uso principal corresponde a agricultura.

Los suelos de la unidad se han originado de tefras, pómez y lodos; en pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), correspondientes al paisaje planicie fluvio-lacustre y tipo de relieve abanico aluvial.

Esta unidad cartográfica conforma una consociación, compuesta en un 80% del área, por los suelos Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica (perfil modal, PM 011640). El 20% restante del área, se compone de los suelos Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica (perfil inclusión, PI 011610).

La Consociación Santa Teresa presenta la siguiente fase:

- **FPCb1:** Caracterizada por pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y erosión de grado ligero. Tiene una superficie de 217 ha.

A). Descripción del perfil modal (PM 011640)

En la Figura 4.276, se presentan aspectos de la morfología del perfil modal, como la textura (de laboratorio), la profundidad de los horizontes, el color y las gráficas del comportamiento de las propiedades químicas como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

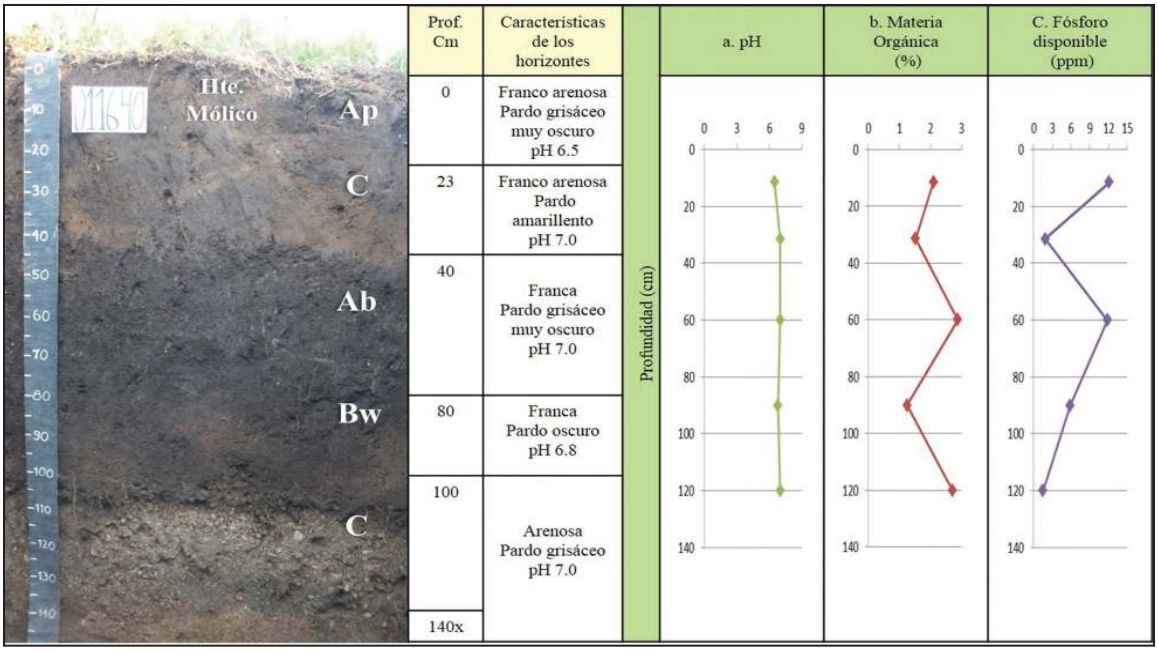


Figura 4.276 Morfología de algunas características de los suelos del perfil modal (PM 011640) de la Consociación Santa Teresa. Las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: O. Hernández 2012)

Descripción de las características externas e internas del perfil modal (PM 011640)

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santa Teresa
Símbolo		FPC
Horizontes diagnósticos	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
Taxonomía del suelo		**Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Guatemala
	Municipio	Villa Canales
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Ingenio Santa Teresa
	Coordenadas planas	X: 495773
		Y: 1600741
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,748
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje y ambiente morfogenético**	Planicie fluvio lacustre
	Tipo de relieve	Abanico aluvial
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Tefras, pómez y lodos
Altitud		1,207 msnm.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 al 7 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido subhúmedo
	Precipitación promedio anual	931 mm
	Temperatura promedio anual	21.3ºC.
	Distribución de las lluvias	Deficientes durante el primer semestre, suficientes en el segundo, requiere riego
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm	22.7 ºC.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Cultivos	Caña de azúcar
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		25-07-2012
Observaciones: En el perfil de la inclusión, se reporta especies latifoliadas.		

Morfología

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 23 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y medianos; muchas raíces finas y medias, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
23 – 40 cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, neutro; limite difuso.
40 – 80 cm Ab	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y medianos; pocas raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, neutro; límite claro y ondulado.
80 – 100 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos y medianos; pocas raíces muy finas y finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, neutro; límite difuso.
100 – 140 cm C	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2); textura de campo y de laboratorio arenosa; abundante laja (45%), irregular, sin alteración, de naturaleza sedimentaría e ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos; pocas raíces, muy finas y finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, neutro.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos del perfil modal (PM 011640)

Cuadro 4.304. Resultados de los análisis físicos del perfil modal (PM 011640)

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-23	1.06	2.19	50.00	27.47	21.54	20.89	16.58	11.87	5.82	29.37	22.23	51.60
23-40	1.09	1.94	41.30	30.05	24.52	22.75	20.00	11.81	7.70	17.80	26.01	43.81
40-80	1.04	2.08	51.26	36.67	33.07	31.40	30.91	18.64	12.88	17.74	32.26	50.00

Profundidad	Humedad gravimétrica	Humedad aprovechable
cm	%	%
0-23	24.48	15.72
23-40	28.48	16.82
40-80	37.39	20.19

Cuadro 4.305. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil modal (PM 011640)

Profundidad	Granulometría %			Clase textural[1]		Frag. Gruesos[2]	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad[3]	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Pipeta)	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-23	73.48	17.93	8.59	FA	FA	5.00	6.5	1.11	2.10	-	-	-	12.15		
23-40	72.62	17.5	9.88	FA	FA	-	7.0	0.80	1.52	-	-	-	1.87		
40-80	40.09	40.67	19.24	F	ArL	5.00	7.0	1.52	2.88	-	-	-	11.86	7.18	Alta
80-100	35.74	44.87	19.39	F	ArL	5.00	6.8	0.66	1.25	-	-	-	5.88		
100-140	94.73	3.8	1.47	A	A	45.00	7.0	1.43	2.71	-	-	-	1.49		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.Al.
0-23	10.19	7.59	2.60	7.57	5.49	1.26	0.51	0.31	0.02	53.88	12.37	5.00	3.04	0.3
23-40	11.32	7.11	4.21	7.09	4.97	1.47	0.37	0.28	0.02	43.90	12.99	3.27	2.47	0.3
40-80	22.08	12.91	9.17	12.89	9.36	2.77	0.44	0.32	0.02	42.39	12.55	1.99	1.45	0.2
80-100	22.64	12.98	9.66	12.96	9.13	3.22	0.31	0.30	0.02	40.33	14.22	1.37	1.33	0.2
100-140	5.66	4.88	0.78	4.85	3.21	1.25	0.21	0.18	0.03	56.71	22.08	3.71	3.18	0.6

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-23	74.29	0.56	3.98	37.20	4.03	-	-	-
23-40	62.63	0.76	2.08	21.70	2.63	-	-	-
40-80	58.38	1.60	1.85	32.10	7.69	-	-	-
80-100	57.24	1.81	1.33	31.50	6.85	-	-	-
100-140	85.69	0.24	0.20	11.60	1.00	-	-	-

[1]El análisis textural de este perfil se realizó con resultados de laboratorio, por el método de la pipeta. Más información en anexo A, métodos y procedimientos de este documento. N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.Al. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B. % = Porcentaje Saturación de Bases.[2]= Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, **(-) = No presente, [3]= Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA

C). Resumen de la morfología y calificación de los resultados de laboratorio de los suelos (perfil PM 011640)

Estos suelos son de moderada evolución pedogenética. De acuerdo con la Figura 4.276 y la descripción del perfil, tienen horizontes con nomenclatura Ap (23 cm de espesor); C (17 cm de espesor); Ab (40 cm de espesor);

Bw (20 cm de espesor); C (40 cm de espesor); el horizonte **Ap,** tiene color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa (de laboratorio), estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color pardo amarillento, textura (de laboratorio) franco arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Ab,** que es un horizonte enterrado, presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **Bw,** es de color pardo oscuro, textura (de laboratorio) franca, estructura en bloques subangulares, débilmente desarrollados y consistencia en húmedo friable. El horizonte **C,** muestra color pardo grisáceo, textura (de laboratorio) arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo friable.

De acuerdo con los resultados de la caracterización **física** indicados en el Cuadro 4.304 y la granulometría que se muestra en el Cuadro 4.305, los suelos presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con presencia de abundante fragmentos de laja a los 100 cm de profundidad, que por volumen y la profundidad donde se encuentran no representan limitantes para este suelo. La densidad real presenta valores bajos (2.5 g/cc) en superficie. La densidad aparente tiene valores muy bajos (1.06 a 1.09 g/cc) en todo el perfil.

La porosidad total es alta (52%), en superficie y media (43.8%) en el segundo horizonte, en cuanto a la distribución porcentual de los macroporos se presentan con valores altos (17% a 29%) y los microporos con valores de 22% a 32%, se evidencia que la microporosidad domina sobre macroporosidad. La retención de humedad es baja (16% – 20%), lo que representa una limitante para el desarrollo de las plantas. No presenta limitaciones físicas para la penetración de las raíces.

Según los resultados de caracterización **química** indicados en el Cuadro 4.305, los suelos tienen pH ligeramente ácido (6.5) en superficie y neutro (6.8-7.0) en los demás, por lo que no representan limitante para la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes. Respecto al contenido de materia orgánica (MO), posee valores medios (2.10% a 2.88%), en el primer, tercer y quinto horizonte, y bajos (1.24% a 1.52%) en los restantes.

En cuanto a la capacidad de intercambio de cationes (CICA), es media (10.19 a 11.32 meq/100 g de suelo) en superficie y alta (22.08 a 22.64 meq/100 g de suelo) en profundidad. La reserva de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), varia de baja (7.57 a 9.09 meq/100g de suelo) a media (13 meq/100 g de suelo) los menores valores están en los primeros horizones. La saturación de bases (SB), es alta (57% – 85%).

Con referencia a los **elementos mayores,** el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tienen valores bajos en el perfil; el potasio (K), se encuentra en cantidades altas en el primer y tercer horizonte y medio en los demás. De los cationes, el calcio (Ca), reporta cantidades medias en los primeros horizontes y en el último y altas en los demás; el magnesio (Mg), posee cantidades altas en el cuarto horizonte, medias en el tercero y bajas en los demás.

Respecto a los **elementos menores**, el cobre (Cu), presenta valores bajos; el zinc (Zn), reporta valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás; el hierro (Fe), se encuentra en cantidades altas, excepto en el quinto horizonte donde se encuentra en cantidades medias; el manganeso (Mn), es medio en el tercer y cuarto horizonte y bajo en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables químicas, la fertilidad natural es alta.

D). Características principales, recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM11640)

Estos suelos se han originado de tefras, pómez y lodos, de moderada evolución, son profundos; bien drenados; presentan texturas (de laboratorio) moderadamente finas; con fragmentos de laja a los 100 cm de profundidad; pH ligeramente ácido en superficie; contenidos medios de materia orgánica en superficie; la capacidad de intercambio de cationes es media en los horizontes superficiales; bajo contenido de bases; alta saturación de bases y fertilidad alta. El régimen de humedad del suelo se califica como "ústico", debido a que los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año. El régimen de temperatura edáfica es "isohipertérmica", esto significa que la temperatura del suelo es mayor de 22.0 °C.

Las principales limitantes para el uso y manejo, se relacionan con las pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%), de erosión ligera, los pocos fragmentos de roca en el perfil, baja retención de humedad y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estos suelos son de capacidad de uso agrícola y tienen aptitud para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción. Asimismo, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas ganaderos.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas, las cuales pueden ser: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, realizar una labranza mínima, dejarlo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión eólica e hídrica, establecer cortinas rompevientos, para contrarrestar el efecto de la erosión eólica, realizar acequias que incluyan barreras vivas en la parte superior, esta técnica ayuda a reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil, por lo que permanece húmedo por más tiempo y esto favorece el desarrollo del mismo.

Las actividades relacionadas con la ganadería incluyen: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte, cercos vivos y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo usando hilo eléctrico y energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, se necesita aplicar los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo se recomienda aplicar foliarmente, cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn). Necesitan riego en la época seca, utilizando el riego por aspersión o goteo.

E) Capacidad de uso y recomendaciones específicas de los suelos (perfil PM 011640)

Según la metodología de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso utilizada en este estudio, la fase FPCb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-7, posee vocación agrícola.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos de cada fase, consultar en el Capítulo 5 la descripción del grupo de manejo que corresponda a la fase o fases de interés.

F) Breve descripción del suelo inclusión (PI 011610)

Esta unidad cartográfica contiene como inclusión en el 20% de su superficie, el suelo **Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica (PI 011610),** que se caracterizan por ser profundos, con drenaje natural bueno, texturas (de laboratorio) moderadamente finas, con densidad aparente baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo; media porosidad total en el primer horizonte y alta en el segundo. La humedad aprovechable es media. El pH es neutro en el perfil. La materia orgánica (MO), presenta valores medios hasta el tercer horizonte y bajos en el los demás. La capacidad de intercambio de cationes (CICA), posee valores altos. La saturación de bases (SB), tiene valores medios en el primero, tercero y cuarto horizontes y altos en el resto del perfil. La fertilidad natural es alta (ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

4.3.6 Áreas de no suelos

Estas están comprendidas por: Áreas de Tierras de Ceniza Suelta (TC); Áreas de Coladas de Lava (CL); Áreas Misceláneas Erosionadas (ME); Áreas Misceláneas de Depósitos de Cauce (DC); Áreas de Canteras (CN) y los Cuerpos de Agua, las cuales se describen brevemente a continuación:

4.3.6.1 Áreas de Tierras de Ceniza Suelta (TC)

Esta unidad cartográfica, se encuentra en las laderas del volcán de Pacaya, municipios de Amatitlán y Villa canales, ocupa un área de 127 hectáreas (Figura 4.277).

Corresponde al paisaje de montaña volcano – erosional; en pendientes moderadamente escarpadas (50 al 75%); el clima según Thornthwaite (UPGGR – MAGA, 2009) varía entre frío húmedo (J) y semifrío húmedo (S), con rangos de temperatura ambiental entre 10 a 17ºC, precipitaciones comprendidas entre 1,001 y 2,000 mm, altitudes entre 2,300 y 2,700 msnm.

Están constituidas por partículas de lava solidificada y materiales piroclásticos como bombas, lapilli, ceniza y polvo volcánico, expulsados por un conducto o cráter central debido a las explosiones por acumulación de gases. Comúnmente constituyen un material fragmentario o de piroclastos sueltos depositados en grandes bancos o mantos. Los conos son más empinados cerca del borde superior donde caen los bloques de mayor tamaño, mientras que las partículas más finas, como las cenizas volcánicas lo hacen a mayor distancia del cráter y dan lugar a faldas de pendientes más suaves ubicadas alrededor del cono.

Estas tierras no son aptas para actividades agropecuarias ni forestales, su vocación es la conservación de los recursos naturales existentes, educación ambiental, turismo e investigación. Esta unidad pertenece al grupo de manejo **VIII es-1**.



Figura 4.277 Tierras de Ceniza Suelta (TC) en el cono del Volcán de Pacaya, con la cima cubierta de materiales piroclásticos no consolidados (brechas volcánicas, tefras y ceniza), el área está desprovista de vegetación natural (Foto: C. García, 2011)

4.3.6.2 Áreas de Coladas de Lava (CL)

Esta unidad cartográfica, se ha identificado en el municipio de Villa Canales, ocupa una superficie de 125 hectáreas (Figura 4.278).

Estas áreas se ubican en el paisaje de montaña volcano – erosional, en el tipo de relieve de estrato – volcán y forma del terreno de laderas; en pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) a moderadamente escarpadas (50 al 75%); el clima según Thornthwaite (UPGGR – MAGA, 2009) varía entre semifrío húmedo (S) y templado subhúmedo (Q), con rangos de temperatura ambiental entre 14.3 y 20.7°C, precipitaciones comprendidas entre 1,001 y 2,000 mm y altitudes variantes entre 1,000 a 2,300 msnm.

Las coladas de lava se manifiestan en superficie debido a las emisiones recientes de flujos de lavas viscosas. Las coladas de lava más antiguas aparecen cubiertas parcialmente por suelos superficiales, los cuales se han ido formando a través del tiempo a partir de materiales piroclásticos como tefras, ceniza volcánica y pómez, donde han crecido líquenes y vegetación arbustiva, formando los suelos.

La lava expuesta se caracteriza por presentar superficies afiladas, dentadas, hendiduras y bloques angulares propios de estas emisiones, otras áreas tienen superficies suaves, viscosas, vidriosas, especialmente donde ha sido modelada por el agua y es evidente en los causes de los ríos.

Esta unidad pertenece al grupo de manejo **VIII es-1.**



Figura 4.278 Coladas de lava en límites con el departamento de Escuintla, municipio de Villa Canales (Foto: W. González, 2012)

4.3.6.3 Áreas Misceláneas Erosionadas (ME)

Esta unidad cartográfica se localiza en los municipios de San Raimundo y Palencia, abarcan una superficie de 59 hectáreas (Figura 4.279).



Figura 4.279 Áreas misceláneas erosionadas, municipio de Palencia (Foto: W. González, 2012)

Estas áreas se encuentran en los paisajes montaña volcano – erosional y montaña fallada o de convergencia erosional; en el área afloran materiales geológicos tales como depósitos piroclásticos consolidados (tobas e ignimbritas) y areniscas, lutitas y lodolitas (capas rojas); el clima según Thornthwaite (UPGGR – MAGA, 2009) varia de semifrío húmedo (S) a semicálido semiseco (W), con rangos de temperatura ambiental entre 14.3 y 24.3°C, precipitaciones comprendidas entre 601 y 2,000 mm, altitudes que varían entre 600 y 2,300 msnm.

Entre sus características se destacan las pendientes ligeramente escarpadas (25–50%) a moderadamente escarpadas (50-75%), afectadas por erosión de grado severo y muy severo. Entre los escurrimientos existen pequeñas áreas con suelos muy superficiales, con buen dreanje a excesivamente drenados.

Estas tierras no son aptas para actividades agropecuarias ni forestales y su vocación es la conservación de los recursos naturales existentes, educación ambiental, turismo e investigación. Es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados y plantar especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales. Esta unidad pertenece al grupo de manejo **VIII es-1.**

4.3.6.4 Áreas de Canteras (CN)

Esta unidad cartográfica se distribuye en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Fraijanes; Guatemala, San Miguel Petapa, San Juan Sacatepéquez, Villacanales y Villa Nueva; posee un área de 541 hectáreas (Figura 4.280).

Los materiales explotados son: serpentinita, esquistos, caliza, dolomita, piedra pómez, rocas basálticas, andecitas, dacitas, riolitas tobas e ignimbritas, gravas, limolita, lutita, pizarras, mármol, diatomitas, brecha volcánica, conglomerados, escorias y arena volcánica, arena de río, arena blanca, oro, plata, plomo, zinc, níquel, cobalto, cromo y antimonio.



Figura 4.280 Vista de una antigua cantera con afloramiento de serpentina, Chuarrancho (Foto: M. Tum, 2012)

En los alrededores debe propiciarse la reforestación y arborización, con especies arbóreas nativas, de las áreas deforestadas, establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados, así como evitar la utilización de los productos del bosque y la agricultura. Tener un programa de control de incendios forestales. Esta unidad pertenece al grupo de manejo **VIII es-1.**

4.3.6.5 Cuerpos de Agua (CA)

Los cuerpos de agua identificados en el departamento son el Lago de Amatitlán, el cual ocupa un área de 1,510 hectáreas y en su perímetro se encuentra ubicados los municipios de Amatitlán, San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva. Otros cuerpos de agua de menor extensión son: Laguna de Calderas, con una extensión de 36 ha en el municipio de Amatitlán; Laguneta Potreritos, con 8 ha en el municipio de Palencia; Laguneta el Durazno, con 6 ha, forma parte del municipio de Amatitlán; embalse Teocinte, con 6 ha, hace parte de la jurisdicción de San José Pinula; Lagunetas Flor del Campo, con 5 ha (se compone de tres cuerpos de agua, el mayor tiene 3 ha y los otros dos cuerpos cada uno tiene 1 ha), que se ubican en el municipio de Amatitlán; Laguneta Agua Tibia, con un área de 3 ha, hace parte del municipio de San José Pinula; Laguna Monja Blanca, con 3 ha, se encuentra en el municipio de Palencia; Laguneta Pueblo Nuevo, con 2 ha, se ubica en el municipio de Palencia; Laguneta Cienaguilla, con 2 ha, forma parte del municipio de San José Pinula; Laguneta Lourdes, con 1 ha, se encuentra en inmediaciones de Santa Catarina Pinula; Lagunetas El Manantial, con 1 ha, se ubica en el municipio de Palencia y Laguneta La Danta, con 1 ha, hace parte del municipio de Palencia.

Algunas características específicas de los principales cuerpos de agua son:

- **Lago de Amatitlán:** Es el principal cuerpo de agua en el departamento, se ubica a una distancia de 28 km de la Ciudad de Guatemala; a 1,186 msnm; 11 kilómetros de largo y 3.4 kilómetros de ancho; profundidad promedio de 18 m y 31 en su parte más profunda; el volumen aproximado de agua es de 283 millones de m^3 (AMSA, 2012). El lago se originó en la era Cuaternaria, producto del tectonismo y vulcanismo de los volcanes de Pacaya, Agua, Fuego y Acatenango y su área anteriormente fue de 80 km^2 aproximadamente (Figura 4.281).



Figura 4.281 Lago de Amatitlán, municipio de Amatitlán (Foto: W. González, 2012)

Actualmente el Lago de Amatitlán es visitado por miles de turistas, pero al igual que otros cuerpos de agua del departamento, está siendo contaminado por todo tipo de desechos sólidos de origen agrícola, comercial, industrial, institucional, domésticos y municipales como nylon o plásticos, ropa usada, desechos orgánicos, lixiviados de agroquímicos, suelos producto de la erosión, metales pesados (Plomo, Cromo, Aluminio, Cobre y Cadmio), así como Arsénico y Cianuro, proveniente de 14 municipios que conforman la Cuenca del Lago de Amatitlán, principalmente del municipio de Guatemala. Se ha estimado que anualmente llegan al lago 75,000 toneladas de desechos sólidos provenientes de los cañones y cañadas, zanjones, cunetas y sitios baldíos donde es arrojada la basura.

Los procesos más evidentes que ocurren en el lago, son la sedimentación y la eutrificación; la sedimentación produce la colmatación o nivelación del lago con sedimentos; la eutrificación es causada por el enriquecimiento de productos orgánicos y la saturación de bases que le suman al lago, exceso de nutrientes, por lo que se convierte en contaminación. Las plantas colonizadoras como tul (juncas) y algas se reproducen más rápidamente de lo normal, captando y disminuyendo el nivel de oxígeno, por lo cual sus aguas inician un proceso continuo de pudrición y colmatación hasta la desaparición total del lago en el futuro.

- **Laguna de Calderas:** Al igual que el lago de Amatitlán, esta tiene su origen en el Cuaternario, producto de la actividad tectónica de los volcanes de Pacaya, Agua, Fuego y Acatenango, se encuentra dentro del área del complejo volcánico de Pacaya; se formó en lo que fue un antiguo cráter, por lo que los geólogos suelen llamar a estos cráteres inundados “Lagos o Lagunas Cratéricas”, según el caso (Figura 4.282).

Debido a su belleza y ubicación cercana al Volcán de Pacaya, anualmente es visitada por miles de turistas; se alimenta del agua de escorrentía proveniente de las laderas de Cerro Grande, Cerro Chiquito, Cerro Chino, volcán de Pacaya, entre otros.

Gracias a su altitud y a la poca población de sus alrededores, es posible apreciar sus aguas limpias y cristalinas.



Figura 4.282 Panorámica de la Laguna de Calderas, municipio de Amatitlán (Foto: W. González, 2012)

4.3.6.6 Zonas Urbanas (ZU)

Las zonas urbanas en el departamento de Guatemala ocupan aproximadamente 25,086 hectáreas; la Ciudad de Guatemala es la más extensa y poblada del departamento y del país (Figura 4.283). Otras ciudades, del departamento, que sobrepasan los 100,000 mil habitantes son en su orden: Villa Nueva, Mixco, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, Villa Canales y Chinautla (la estadalgunas estadísticas generales se presentan con mayor detalle en el capítulo 1).



Figura 4.283 Centro Cívico de la Ciudad de Guatemala - 7ª. Av y 22 Calle, Zona 4 (Foto: W. González, 2012)

4.4 BIBLIOGRAFÍA

AMSA (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, GT). 2012. División de Educación Ambiental y Concientización Ciudadana, Presidencia de la República, 40 p.

CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en la metodología Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Manual de procedimientos para los levantamientos de suelos y tierras. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 10 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Normas y Especificaciones de los Levantamientos de suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 62 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Manual de Campo para los Levantamientos de Suelos y Tierras. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 163 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1995. Suelos de Colombia. IGAC, Subdirección de Agrología. Bogotá. 632 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1990. Propiedades Físicas de los Suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá. 813 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2010. Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala. Tomos I y II. Guatemala, Ediciones Don Quijote, S.A. 969 p (más anexos)

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación - Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, GT). 2013. Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Guatemala, Ediciones Don Quijote, S.A., 678 p (más anexos)

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, GT). 2013. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, Guatemala. Guatemala, Ediciones Don Quijote, S.A., 927 p (más anexos)

CAPÍTULO 5

CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS





CAPÍTULO 5. CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO

En el presente capítulo, se utiliza la información proveniente del levantamiento de suelos y se interpreta, de forma tal que genera una herramienta práctica para la planificación y el desarrollo agropecuario y forestal del departamento de Guatemala.

El método utilizado es el Sistema de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso, elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1965), con las adaptaciones realizadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2002, 2007, 2010 y 2014) de Colombia. Este sistema permite agrupar las diferentes unidades de suelos en grupos que tienen las mismas clases y grados de limitaciones, que responden a los mismos tratamientos y que poseen usos similares. La agrupación se basa en los efectos combinados del clima y de las características poco modificables de los suelos, en cuanto a limitaciones para su uso, la capacidad de producción, el riesgo de deterioro del suelo y los requerimientos de manejo.

Esta clasificación se aplica con fines agropecuarios y forestales; además permite identificar zonas que requieren protección y conservación de los recursos naturales. En la metodología se determina en forma general, el uso más adecuado de las tierras teniendo en cuenta únicamente los aspectos biofísicos que intervienen directamente en la producción, sin considerar las distancias a los mercados, el estado de las vías de comunicación, el tamaño y forma de los lotes, la tenencia de la tierra, la educación, nivel de vida de los campesinos y las políticas agropecuarias (IGAC, 2007).

5.1 CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS DE GUATEMALA

El levantamiento de suelos realizado para efectuar esta clasificación, se llevó a cabo a escala 1:50,000 (semidetalle). La clasificación taxonómica del suelo se realizó hasta la categoría de "familia". Las unidades cartográficas cumplieron con los requisitos para ser denominadas como "consociación, complejo y grupos indiferenciados". Las unidades definidas se consideran como unidades de tierras y en ellas, se aplicaron las especificaciones del sistema de clasificación.

El sistema de clasificación utilizado se compone de tres categorías: clases, subclases y grupos de manejo (IGAC, 2014):

- **Clases:** La clase de capacidad agrupa suelos que presentan el mismo grado relativo de limitaciones generales y de riesgos, en cada una se interpretan aspectos generales relacionados con la posición geomorfológica, relieve, grado de pendiente, clima, grado de limitación y capacidad de uso.

Las clases son ocho, se nombran con números romanos **(I a VIII).** Las limitaciones para la producción se incrementan al subir el orden de las clases, hasta llegar a la clase VIII, que es la clase de protección y conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

Clases I, II, III y IV: son las clases de capacidad de uso agrícola, las limitaciones son crecientes de

la primera a la cuarta clase, tienen aptitud para la producción de cultivos, para el cultivo de pastos con ganadería tecnificada. La clase IV posee mayores limitaciones que obligan a incrementar las medidas de conservación de suelos y aguas y limitan el tipo de cultivos, orientándose (aunque no en forma exclusiva) hacia los cultivos permanentes que protegen de mejor forma el suelo.

Clase V: es una clase con limitaciones tan severas respecto a condiciones de encharcamiento, pedregosidad y otros factores que no se puede utilizar normalmente en el proceso de producción agropecuaria y forestal; esta es una clase de conservación de los recursos naturales que podría revertirse a una clase productiva, solo si se realizan fuertes inversiones.

Clase VI: posee limitaciones severas que restringen su utilización a cultivos de cobertura permanente en sistemas agroforestales; necesitan fuertes medidas de conservación de suelos y aguas. Asimismo, es posible utilizarla en sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).

Clase VII: posee limitaciones muy severas por pendientes elevadas y otros factores que restringen su utilización a las actividades forestales de producción (plantaciones forestales y/o manejo productivo del bosque natural), necesitan muy fuertes medidas de conservación de suelos y aguas.

Clase VIII: posee limitaciones extremadamente severas que restringen su utilización en la producción agropecuaria y forestal, debe dedicarse a la conservación de los recursos naturales, las fuentes de agua y la biodiversidad.

- **Subclases:** Las subclases de capacidad, son divisiones de las clases que agrupan tierras que tienen igual número de factores y grados similares de limitaciones y riesgos en su uso. Se pueden presentar solas o en combinación de factores y se designan con letras minúsculas. Se describen las limitaciones a continuación.

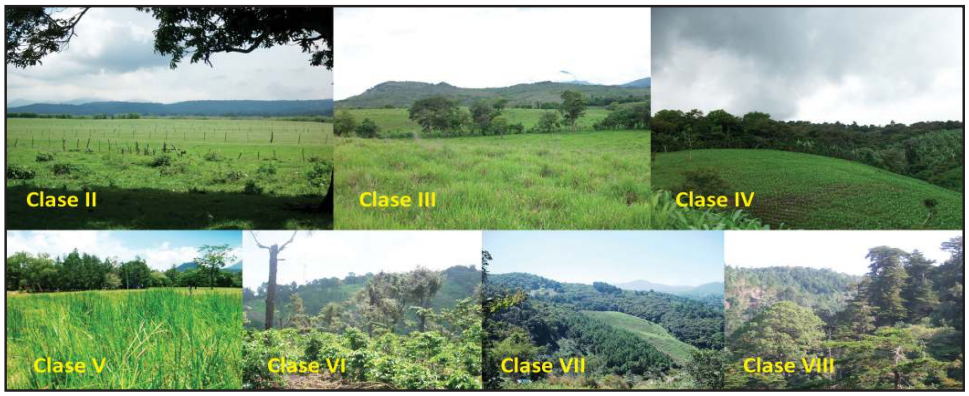
Limitaciones por la pendiente (símbolo “p”). Limitaciones por la erosión actual (símbolo “e”). Limitaciones por excesos de humedad con drenaje natural muy pobre, pobre e imperfecto, nivel freático alto, inundaciones y/o encharcamientos (símbolo “h”). Limitaciones físicas y/o químicas que presenta el suelo, relacionadas con la profundidad efectiva, textura, pedregosidad superficial, fragmentos de roca en el perfil, afloramientos rocosos, fertilidad, sales y aluminio, (símbolo “s”). Limitaciones por clima tales como bajas temperaturas, heladas frecuentes, baja luminosidad, vientos fuertes y constantes, alta nubosidad y brillo solar, déficit o exceso de precipitación, que limitan la selección de plantas o requieren prácticas de manejo especiales (símbolo “c”).

- **Grupo de manejo:** Categoría que agrupa tierras que tienen el mismo grado y número de limitaciones específicas que son comunes dentro de una misma subclase.

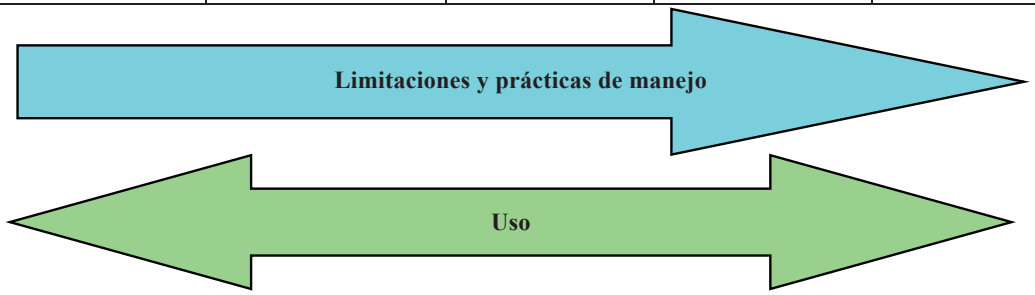
Los grupos de manejo se indican con números arábigos, los cuales se asignan dentro de una subclase de acuerdo con las divisiones específicas presentadas y que ameritan prácticas de manejo diferentes. En la Figura 5.1 se presenta una síntesis gráfica de la capacidad de uso y manejo de las tierras; en la Figura 5.2 se presenta el Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso del departamento Guatemala y en el Anexo A “Métodos y Procedimientos” se presentan los cuadros utilizados para la clasificación (Cuadros A-23 al A-34).

En la Figura 5.1, se muestran las clases de capacidad de uso identificadas en el departamento de Guatemala (no existen tierras con la Clase I de capacidad de uso).

Clases de tierras por su capacidad de uso



II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Estas tierras tienen ligeras limitaciones que implican cuidados y prácticas de manejo para obtener una buena producción; son aptas para la agricultura intensiva.	Las tierras de esta clase tienen moderadas limitaciones y mayores restricciones de uso. Son aptas para la agricultura intensiva bajo prácticas de manejo.	Las tierras de esta clase tienen fuertes limitaciones que hacen necesaria la implementación de cuidadosas prácticas de manejo Son aptas para la agricultura intensiva bajo fuertes prácticas de manejo	Las tierras de esta clase tienen limitaciones severas por mal drenaje, inundaciones y/o pedregosidad. El uso está restringido a la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.	Las tierras de esta clase tienen limitaciones muy severas que restringen la selección de plantas. El uso de estas tierras requiere cuidadosas prácticas de manejo. De preferencia deben utilizarse para el establecimiento de sistemas agroforestales y/o silvopastoriles	Las tierras de esta clase tienen muy severas limitaciones para la agricultura y limitan su uso exclusivamente para actividades forestales (plantaciones forestales y/o manejo productivo del bosque natural).	Las tierras de esta clase tienen limitaciones extremas y no reúnen condiciones para dedicarlas a actividades agropecuarias o forestales. Su uso está restringido a la conservación de los recursos naturales, fuentes de aguas y biodiversidad.



Agrícola Pecuario	**Agrícola Pecuario**	**Agrícola Pecuario**	**Conservación**	**Agroforestal Silvopastoril**	**Forestal productor**	**Conservación, recuperación y protección de recursos naturales y biodiversidad**
Cobertura por clase en el departamento (cantidad y porcentaje)						
17,060 ha	**9,679 ha**	**34,163 ha**	**11 ha**	**38,874 ha**	**106,834 ha**	**12,245 ha**
7.74%	**4.39%**	**15.50%**	**0.005%**	**17.63%**	**48.46%**	**5.55%**

Figura 5.1 Síntesis gráfica de la Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso del departamento de Guatemala

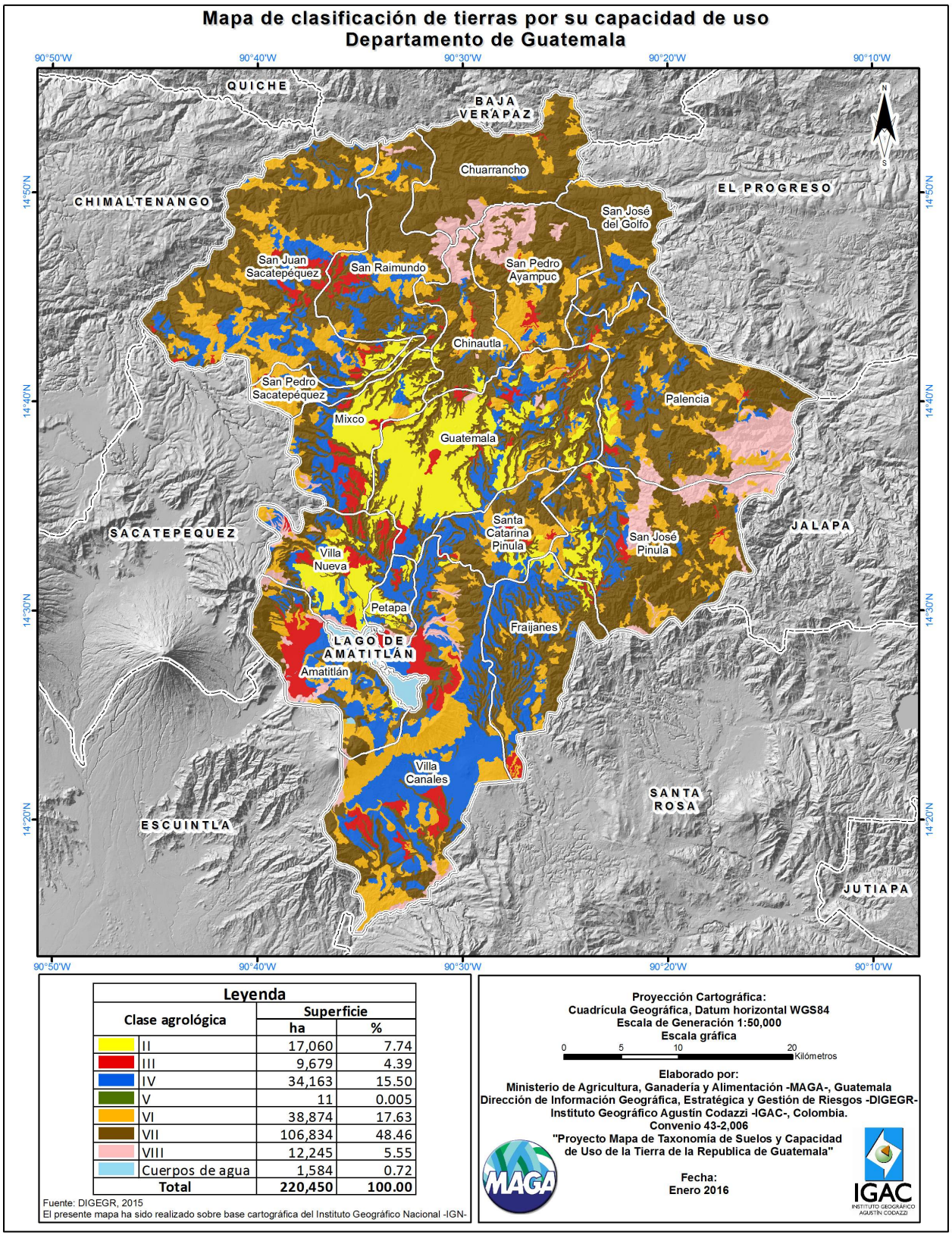


Figura 5.2 Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso departamento de Guatemala

5.2 LEYENDA DEL MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA Y SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES DE CAPACIDAD

En la leyenda (Cuadro 5.1), se presentan las unidades de capacidad de uso de las tierras (clases, subclases y grupos de manejo) del departamento de Guatemala; asimismo, se presentan las fases de las unidades cartográficas de suelos; las principales características de los suelos (clima, pendientes, profundidad efectiva, clase de drenaje, grupos texturales, saturación de bases, capacidad de intercambio de cationes, pH, fertilidad natural y grado de erosión), los factores limitantes (principales y secundarios), los usos recomendados y las prácticas de manejo sugeridas.

El código del grupo de manejo de la leyenda, está formado por un número romano (I-VIII) que indica la clase de capacidad; seguido del código de subclase, que está compuesto hasta por tres letras minúsculas que indican las limitantes principales (p, e, h, s, c); seguido por un guión (-) que separa la clase y subclase del grupo de manejo, estos grupos se identifican por un número arábigo que tendrá tantos valores como grupos de manejo identificados dentro de la subclase (1,2,3...n).

Ejemplo de símbolo de un "grupo de manejo" se muestra a continuación:

IVpec-2:

IV: Código para la "clase agrológica".

pec: Código que identifican los factores limitantes que definen la "subclase por pendiente, erosión y clima".

2: Código correspondiente al "grupo de manejo número 2".

Los símbolos utilizados para la clasificación de tierras por su capacidad de uso del departamento de Guatemala son los siguientes:

Símbolos	Descripción
II - VIII	Clases agrológicas (limitaciones severas).
p	Subclase de limitaciones generales por pendiente.
e	Subclase de limitaciones generales por erosión.
h	Subclase de limitaciones generales por humedad (drenaje pobre, muy pobre, imperfecto).
s	Subclase de limitaciones generales por suelo.
c	Subclase de limitaciones generales por clima.
1,2,3...n	Grupos de manejo (por limitaciones específicas dentro de las subclases).

A continuación se presenta la leyenda del mapa de capacidad de uso de las tierras del departamento de Guatemala.

Cuadro 5.1 Leyenda de la Clasificación de Capacidad de Uso de las Tierras del departamento de Guatemala

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
II	IIesc	IIesc-1	AQFa1	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente planas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica baja, fertilidad alta.	Erosión ligera, suelos moderadamente profundos, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, ornamentales, café bajo sombra, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar prácticas de conservación de suelos y aguas. Implementar acequias de ladera. Sembrar siguiendo curvas a nivel. Utilizar labranza mínima. Aplicar riego por goteo o por aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Establecer cortinas rompevientos. Incorporar materia orgánica. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	897
	IIpec	IIpec-1	ABFb1	Templado húmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media, retención de fosfatos moderada y fertilidad alta.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año. Retención de fosfatos moderada.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar prácticas de conservación de suelos y aguas. Implementar acequias de ladera. Sembrar siguiendo curvas a nivel. Utilizar labranza mínima. Aplicar riego por goteo o por aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Aplicar fosfatos de liberación lenta. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	1,486
		IIpec-2	MQZb1	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderado, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica baja y fertilidad muy alta.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass, higos, izote y pastos cultivados.	Realizar prácticas de conservación de suelos y aguas. Sembrar según curvas a nivel, establecer barreras vivas, realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Aplicar riego por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	142
	IIpes	IIpes-1	AQFb1	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica baja, fertilidad alta.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, suelos moderadamente profundos. Deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, granada, aguacate hass y pastos.	Realizar prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera. Labranza mínima. Aplicar riego por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	6,047

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
II	IIpsc	IIpsc-1	AQFb	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica baja y fertilidad alta.	Pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente profundos, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado, como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Aplicar riego por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	3,282
	IIsc	IIsc-1	AQFa	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente planas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica baja y fertilidad alta.	Moderadamente profundos, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, en aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	5,206
III	IIIp	IIIp-1	MSGc1	Semifrío húmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica alta, alta retención fosfatos y fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas. Alta retención de fosfatos Erosión ligera, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semifrío como granos básicos, hortalizas, mora, fresa, níspero, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Aplicar fosfatos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	21
		IIIp-2	ABFc1	Templado húmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases moderada, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica baja, moderada retención de fosfatos y fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas. Moderada retención de fosfatos. Erosión ligera, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Aplicar fosfatos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, aplicaciones frecuentes. . En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	205









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIp	IIIp-3	AQFc AQFc1 MBHc1 MBKc1 MQLc1 MQZ²c1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes moderadamente inclinadas, moderadamente profundos a profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica muy baja y baja, fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas. Erosión ligera, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos, básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, en aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	2,353
	IIIps	IIIps-1	MSÑc1	Semifrío húmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido, materia orgánica alta, alta retención de fosfatos y fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas, texturas finas. Retención de fosfatos alta. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semifrío como granos básicos, hortalizas, mora, fresa, níspero, frutales deciduos, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Agregar fertilizantes fosfatados de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen, espaciadas en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	114
		IIIps-2	MBFc1 MQVc1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido, materia orgánica alta, alta retención fosfórica y fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas, texturas contrastantes (medias sobre finas). Retención de fosfatos alta. Erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Agregar fertilizantes fosfatados de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	392

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIps	IIIps-3	ABDc1 ABLc1 MQTc1	Templado húmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, pocos fragmentos de roca en el perfil. Saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH fuertemente ácido a neutro, materia orgánica media y alta. Fertilidad alta y muy alta.	Pendientes moderadamente inclinadas, texturas moderadamente gruesas. Pocos fragmentos de roca en el perfil. Erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	361
		IIIps-4	AQBc AQBc1 AQHc1 AQHcp1	Templado subhúmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos, drenaje bueno y moderado, texturas finas, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas, texturas finas. Erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Regar por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen espaciadas en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	1,167
		IIIps-5	ABGc1	Templado húmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido, materia orgánica alta, alta retención fosfórica y fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente superficiales. Retención fosfórica alta. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado, como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass, piña y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Agregar fertilizantes fosfatados de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, frecuentes en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	350









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIps	IIIps-6	AQEc1	Templado subhúmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido, materia orgánica media y fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente superficiales. Erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, frecuentes en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	16
		IIIps-7	MQUc1	Templado subhúmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica alta, alta retención de fosfatos, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas, frecuentes fragmentos en el perfil. Alta retención de fosfatos alta. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas Realizar acequias de ladera. No se recomienda arar por la presencia de fragmentos de roca en el suelo Agregar fertilizantes fosfatados de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	349
		IIIps-8	AQLc1 MQZ^{3}c1	Templado subhúmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica alta, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad alta.	Pendientes moderadamente inclinadas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. No arar, por la presencia de fragmentos de roca en el suelo. Realizar acequias de ladera. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	397
		IIIps-9	XWIc1 XWIcp1	Semicálido semiseco, pendientes moderadamente inclinadas, suelos muy profundos, bien drenados, texturas medias sobre gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente alcalino, materia orgánica media, fertilidad media.	Pendientes moderadamente inclinadas, texturas contrastantes (medias sobre gruesas). Erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semicálido como granos básicos, hortalizas, loroco, jocote, rosa de Jamaica, tamarindo y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Labranza mínima. Realizar acequias de ladera. Regar por aspersión o goteo con láminas de volumen moderado y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	146

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIs	IIIs-1	MSLb1	Semifrío húmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica media, moderada retención de fosfatos, fertilidad alta.	Texturas moderadamente gruesas. Retención de fosfatos moderada. Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semifrío como granos básicos, hortalizas, mora, fresa, níspero, frutales deciduos, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Labranza mínima. Agregar fertilizantes fosfatados de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	21
		IIIs-2	AQHb1 MQWb1	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente profundos, drenaje moderado y bien drenado, texturas finas, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica baja y media, fertilidad media y alta.	Texturas finas. Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera Efectuar labranza mínima. Regar por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen espaciadas en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	653
		IIIs-3	FQAb1	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente superficiales, drenaje moderado, texturas moderadamente gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica media y fertilidad alta.	Texturas moderadamente gruesas, suelos moderadamente superficiales. Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Efectuar labranza mínima. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	1,388









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIs	IIIs-4	ABGb1	Templado húmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica alta, alta retención de fosfatos y fertilidad alta.	Texturas contrastantes (medias sobre finas). Retención de fosfatos alta Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Labranza mínima. Agregar fertilizantes fosfatados de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderados volumen aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	403
		IIIs-5	ABLb1 MQTb1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes ligeramente inclinadas, pocos fragmentos de roca en el perfil, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y fertilidad alta y muy alta.	Pocos fragmentos de roca en el perfil Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Efectuar labranza mínima, por la presencia de fragmentos de roca en el suelo. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	208
		IIIs-6	MQUb1	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica alta, alta retención de fosfatos y fertilidad alta.	Pocos fragmentos de roca en el perfil. Retención de fosfatos alta. Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, ornamentales, aguacate hass y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima. Agregar fertilizantes fosfatados de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	76
		IIIs-7	FPBa1 FPBb1 FPCb1	Semicálido subhúmedo, pendientes ligeramente planas y ligeramente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a neutro, fragmentos de roca en el perfil; materia orgánica alta y fertilidad alta.	Pocos fragmentos de roca en el perfil. Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semicálido, como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, higo, macadamia, pacaya, caña de azúcar, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Efectuar labranza mínima, por la presencia de fragmentos de roca en el suelo. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	1,059

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVp	IVp-1	ASAd1 MSGd1 MSHd1 MSId1 MSKd1 MSLd MSLd1	Semifrío húmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias (mediales) saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica alta, moderada a alta retención de fosfatos, fertilidad alta y muy alta.	Pendientes fuertemente inclinadas. Retención de fosfatos moderada y alta. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semifrío como granos básicos hortalizas, mora, fresa, níspero, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen en aplicaciones frecuentes. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes, con hatos mejorados.	2,927
		IVp-2	ABDd1 MBEd1 MBHd1 MBId1 MBKd1 MQLd1 MQÑd1 MQSd1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y alta, fertilidad alta y muy alta.	Pendientes fuertemente inclinadas. Erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos. cultivados	Fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo, con hatos mejorados.	1,687
		IVp-3	MBFd1 MQNd1 MQVd1 MQUd1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias (mediales), saturación de bases media y alta y capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica media y alta, moderada y alta retención de fosfatos, y fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas. Retención de fosfatos moderada y alta. Erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera No mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y frecuentes aplicaciones. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo, con hatos mejorados.	3,162







Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVp	IVp-4	ABBd1 AQBd AQBd1 AQDd1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas finas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH moderadamente ácido y neutro, materia orgánica baja a alta y fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas. Texturas finas Erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo, con hatos mejorados.	8,471
		IVp-5	AQCd1 AQEd1 AQJd1 MQPd1 MQTd1	Templado subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente superficiales y moderadamente profundos, drenaje bueno y moderado, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica baja a media, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad media a muy alta.	Pendientes fuertemente inclinadas. Frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de fragmentos de roca en el suelo. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	1,550
		IVp-6	MBJd1	Templado húmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica alta, moderada retención de fosfatos y fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas. Retención de fosfatos moderada, texturas finas. Erosión ligera, y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	174

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVpe	IVpe-1	MSGd2 MSLd2	Semifrío húmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases baja y media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media y alta, moderada y alta retención de fosfatos, fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada. Moderada y alta retención de fosfatos. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semifrío como granos básicos hortalizas, mora, fresa, níspero, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes, con hatos mejorados.	52
		IVpe-2	ABBd2 AQBd2 AQDd2	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, moderadamente profundos, bien drenados, texturas finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica media y alta, fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada. Texturas finas. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Regar por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen espaciadas en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	1,200
		IVpe-3	MQNd2 MQVd2	Templado subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, profundos, bien drenados, texturas medias sobre finas, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro a ligeramente alcalino, materia orgánica media, moderada retención de fosfatos, fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada. Moderada retención de fosfatos. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, frecuentes aplicaciones. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	169
		IVpe-4	ABJd2 AQAd2 MBHd2 MBKd2 MPCdp2 MQLd2 MQSd2	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, moderadamente profundos y profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica media a alta, fertilidad media y alta	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	556









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVpes	IVpes-1	MSLdp2	Semifrío húmedo, pendientes fuertemente inclinadas, profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media, moderada retención de fosfatos, fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, mediana pedregosidad superficial. Moderada retención de fosfatos. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semifrío como granos básicos hortalizas, mora, fresa, níspero, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	51
		IVpes-2	MQPdp2 XQEdp2	Templado subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente superficiales y moderadamente profundos, drenaje moderado, texturas medias, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a neutro, fragmentos de roca en el perfil, materia orgánica baja, fertilidad media.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, mediana pedregosidad superficial. Pocos fragmentos de roca en el perfil, Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de fragmentos de roca en el suelo. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	143
		IVpes-3	MQVdp2	Templado subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, profundos, bien drenados, texturas medias sobre finas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica media, fragmentos de roca en el perfil moderada retención de fosfatos media, fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, mediana pedregosidad superficial. Moderada retención de fosfatos. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la pedregosidad superficial. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen, aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	47
		IVpes-4	XQId2 XQIdp2	Templado subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, moderadamente superficiales, bien drenados, textura finas sobre medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica baja, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad muy alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Texturas contrastantes (finas sobre medias), deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de fragmentos de roca en el suelo. Regar por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen, espaciadas en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	205

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVpes	IVpes-5	MPDdp2	Semicálido subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, moderadamente superficiales, bien drenados, texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH neutro, materia orgánica alta, alta retención de fosfatos y fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, mediana pedregosidad superficial. Alta retención de fosfatos Texturas finas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semicálido como granos básicos, cereales, hortalizas, loroco, jocote, rosa de Jamaica, tamarindo y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	130
		IVpes-6	XPCdp2	Semicálido subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica media, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semicálido como granos básicos, cereales, hortalizas, loroco, jocote, rosa de Jamaica, tamarindo y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de fragmentos de roca en el suelo. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	81
	IVps	IVps-1	MSLdp1	Semifrío húmedo, pendientes fuertemente inclinadas, profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica media, moderada retención de fosfatos, fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial. Retención fosfórica moderada. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semifrío como granos básicos hortalizas, mora, fresa, níspero, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	12
		IVps-2	ABDdp1 MBHdp1 MQTdp1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, moderadamente profundos y profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido, materia orgánica alta, fertilidad alta y muy alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	598









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVps	IVps-3	AQBdp1 LQBd1 XQId1 XQIdp1	Templado subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, moderadamente profundos y moderadamente superficiales , drenaje moderado y bueno, texturas finas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil; saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica baja, fertilidad alta y muy alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca en el perfil Texturas finas. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial. Regar por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen espaciadas en el tiempo. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	922
		IVps-4	MQMd1 MQMdp1 MQNdp1 MQUdp1 MQVdp1	Templado subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos y moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, materia orgánica media y alta, moderada y alta retención de fosfatos, fertilidad media y alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Moderada y alta retención de fosfatos. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el suelo. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	2,225
		IVps-5	XPCdp1	Semicálido subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica media, fragmentos de roca en el perfil ,fertilidad alta.	Pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semicálido como granos básicos, cereales, hortalizas, loroco, jocote, rosa de jamaica, tamarindo y pastos cultivados.	Realizar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el perfil. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. En ganadería utilizar hatos mejorados, bajo planes de manejo.	60

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVe	IVe-1	AQFb2 AQFc2 AQLc2 MQWc2 MQZ^{3}c2 MQZ^{3}cp2	Templado subhúmedo, pendientes ligera y moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos a profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica baja y media, fertilidad media y alta.	Erosión moderada. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel; realizar acequias de ladera. Si es necesario arar, realizar labranza mínima. Aplicar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	729
		IVe-2	ABFb2 ABGb2 MQNc2 MQVc2	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes ligera y moderadamente inclinadas, suelos moderadamente superficiales y profundos, bien drenados, texturas medias y medias sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica media y alta, moderada y alta retención de fosfatos, fertilidad alta.	Erosión moderada. Moderada y alta retención de fosfatos. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel; realizar acequias de ladera. Si es necesario arar, realizar labranza mínima. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Suministrar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	692
	IVes	IVes-1	AQIb2 AQIc2	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica alta, moderada retención de fosfatos, fertilidad alta.	Erosión moderada, frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Moderada retención de fosfatos. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas, barreras muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de fragmentos de roca en el perfil. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Suministrar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	1,212
		IVes-2	LQCbp2 LQCcp2	Templado subhúmedo, pendientes ligera y moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderado, texturas medias, fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica media, fertilidad alta.	Erosión moderada, mediana pedregosidad superficial. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas, barreras muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial. Suministrar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	19









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVes	IVes-3	XPCc2 XPCcp2 XPDbp2 XPEbp2 XWIbp2	Semicálido subhúmedo y semiseco, pendientes ligera y moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH neutro a ligeramente alcalino, materia orgánica media, frecuentes fragmentos de roca en el perfil; fertilidad media y alta.	Erosión moderada, mediana pedregosidad superficial y frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semicálido como granos básicos, cereales, hortalizas, loroco, jocote, rosa de Jamaica, tamarindo y pastos cultivados.	Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas, barreras muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el perfil. Suministrar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	153
	IVs	IVs-1	LQBc1	Templado subhúmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos, drenaje moderado, texturas muy finas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica media, fertilidad alta.	Texturas muy finas. Pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Si es necesario arar, realizar labranza mínima. Suministrar riego por aspersión o goteo con altos volúmenes de agua, espaciados en el tiempo. Incorporar materia orgánica, para mejorar la estructura. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	16
		IVs-2	AQGb1 AQGc1	Templado subhúmedo, pendientes ligera y moderadamente inclinadas, suelos superficiales, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido, materia orgánica baja, fertilidad media.	Suelos superficiales. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Si es necesario arar, realizar labranza mínima. Suministrar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	1,680

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVs	IVs-3	ABHcp1	Templado húmedo, pendientes moderadamente inclinadas, superficiales, drenaje imperfecto, texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica alta, moderada retención de fosfatos media, fertilidad alta.	Suelos superficiales. Moderada retención de fosfatos Texturas finas, pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas. Realizar acequias de ladera. Si es necesario arar, realizar labranza mínima. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Suministrar riego por aspersión o goteo con altos volúmenes espaciados en el tiempo. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	212
		IVs-4	ABDcp1 AQLbp1 AQLcp1 MQLcp1 MQPcp1 MQZ^{3}cp1 LQCbp1 LQCcp1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes ligera y moderadamente inclinadas, moderadamente profundos y profundos, drenaje moderado y bien drenado, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta y media, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y alta, fertilidad media y alta.	Mediana pedregosidad superficial. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas, barreras muertas. Realizar acequias de ladera. Labranza mínima por la presencia de pedregosidad superficial. Suministrar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	1,447
		IVs-5	LQBcp1 XQIb1	Templado subhúmedo, pendientes moderadamente inclinadas, moderadamente profundos y moderadamente superficiales, drenaje moderado y bien drenado, texturas muy finas y finas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica baja, fertilidad alta y muy alta.	Texturas muy finas, mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas, barreras muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial. Suministrar riego por aspersión o goteo con altos volúmenes espaciados en el tiempo. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	61
		IVs-6	ABGbp1 ABGcp1 AQIb1 AQIcp1 MBJcp1 MQMcp1 MQUcp1 MQVcp1 MQXb1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes ligera y moderadamente inclinadas, moderadamente superficiales y profundos, bien drenados, texturas medias (mediales), frecuentes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica alta, moderada y alta retención de fosfatos, fertilidad media y alta.	Mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Retención fosfórica alta y media. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas, erosión ligera, y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima templado como granos básicos, hortalizas, café bajo sombra, aguacate hass, ornamentales y pastos cultivados.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas, barreras muertas. Realizar acequias de ladera. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el perfil. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Suministrar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	2,860









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVs	IVs-7	FPAa1 XWIbp1	Semicálido subhúmedo y semiseco, pendientes ligeramente planas y ligeramente inclinadas, profundos y muy profundos, bien drenados, texturas medias sobre gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH neutro a moderadamente alcalino, materia orgánica media y alta, frecuentes fragmentos en el perfil, fertilidad media y alta.	Mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Pendientes ligeramente planas y ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semicálido como granos básicos, cereales, hortalizas, loroco, jocote, rosa de Jamaica, tamarindo y pastos cultivados.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas, barreras muertas. Realizar acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar, por la presencia de pedregosidad superficial. Suministrar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes.. En actividades de ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	591
		IVs-8	XPDbp1 XPDcp1	Semicàlido subhúmedo, pendientes ligera y moderadamente inclinadas, moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica media, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad media.	Frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Cultivos agrícolas de clima semicálido como granos básicos, cereales, hortalizas, loroco, jocote, rosa de Jamaica, tamarindo y pastos cultivados.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: establecer barreras vivas, barreras muertas. Realizar acequias de ladera, y reservorios de agua. No mecanizar por los fragmentos de roca en el perfil. Suministrar riego por aspersión o goteo con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. En ganadería, utilizar planes de manejo y hatos con razas mejoradas.	69
V	Vhc	Vhc-1	ABIaz	Templado húmedo; pendientes ligeramente planas, suelos muy superficiales, drenaje natural muy pobre; texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica alta y fertilidad natural alta.	Drenaje muy pobre. Suelos inundados la mayor parte del año, muy superficiales, régimen de humedad ácuico; texturas finas.	Protección de la biodiversidad y los recursos naturales.	Estas tierras no son aptas para actividades agrícolas y tienen vocación para la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad. Deben restringirse las prácticas agrícolas y ganaderas, mantener la vegetación natural.	11
VI	VIp	VIp-1	ASAe1 ASAe2 MSGe1 MSGe2 MSDe1 MSHe2 MSIe1 MSIe2 MSLe1	Semifrío húmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente profundos y profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas medias, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y alta, media y alta retención de fosfatos, fertilidad alta.	Pendientes ligeramente escarpadas. Moderada y alta retención de fosfatos. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: arándanos, frutales deciduos, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera. No se puede mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Necesitan riego por aspersión o goteo con volúmenes moderados de agua y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	4,626

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIp	VIp-2	MSJe1	Semifrío húmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente profundos, drenaje moderado, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica media, fertilidad alta.	Pendientes ligeramente escarpadas. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: arándanos, frutales deciduos, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera. No se debe mecanizar. Necesitan riego con volúmenes moderados de agua y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	27
		VIp-3	MSKe1 MSKe2	Semifrío húmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos profundos, bien drenados, texturas finas (mediales), saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, materia orgánica alta, moderada retención de fosfatos y fertilidad muy alta.	Pendientes ligeramente escarpadas. Retención fosfórica moderada Texturas finas. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: arándanos, frutales deciduos, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar con volúmenes altos de agua y aplicaciones espaciadas. Mantener los niveles de materia orgánica, para mejorar la estructura del suelo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	1,958
		VIp-4	MBFe1 MQNe1 MQNep1 MQNe2 MQNep2 MQVe1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos profundos, bien drenados, texturas gruesas sobre finas (medial), saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica media y alta, retención fosfórica media, fertilidad alta.	Pendientes ligeramente escarpadas. Retención de fosfatos moderada. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: café bajo sombra, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Realizar las actividades silvopastoriles con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	3,830









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIp	VIp-5	AQCe1 ABJe1, AQAe1 AQAe2, MBHe1, MBIe1, MBIe2, MBLe1, MBLe2, MQLe1, MQLe2, MQSe1, MQSe2 MBEe1 MBEe2 MQÑe1 MQÑe2	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente superficiales, moderadamente profundos y profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y alta, fertilidad media y alta.	Pendientes ligeramente escarpadas. Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos como: café bajo sombra, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	5,881
		VIp-6	ABBe1 ABBe2 AQBe1 AQBe2 AQDe1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas finas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica alta, fertilidad alta.	Pendientes ligeramente escarpadas. Texturas finas. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos como: café bajo sombra, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de altos volúmenes y espaciadas en el tiempo. Mantener el nivel materia orgánica, para mejorar la estructura del suelo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	4,052

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIp	VIp-7	ABAep1 MBJe1 MBJe2 MBJep1 MBJep2	Templado húmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos superficiales y moderadamente superficiales, bien drenados, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica alta, moderada y alta retención de fosfatos, fertilidad media y alta.	Pendientes ligeramente escarpadas. Moderada y alta retención de fosfatos. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones.	Sistemas agroforestales con cultivos como: café bajo sombra, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas, acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	360
		VIp-8	ABEe2, AQAep1, MBAe2, MQLep2, MQÑep1, MQPe1, MQPe2, MQPep1, MQPep2, MQSep2, MQTe1, MQTep1, MQTep2, MQZ^{1}e1, MQZ^{1}e2 XQEe2 XQEep2	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente superficiales a profundos, drenaje moderadamente excesivo y bueno,, texturas medias, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica baja a alta fertilidad media y alta.	Pendientes ligeramente escarpadas. Mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos como: café bajo sombra, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderados volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	3,110
		VIp-9	XPCe1 XPCe2 XPCep2	Semicálido subhúmedo, pendientes ligeramente escarpadas, profundos, bien drenados, texturas medias, frecuentes fragmentos de roca, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta y media, pH ligeramente ácido, materia orgánica media, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad alta.	Pendientes ligeramente escarpadas. Frecuentes fragmentos de roca en el perfil, Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos como: cítricos tamarindo, rosa de jamaica y maracuyá. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar por la presencia de fragmentos de roca. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural	469









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIps	VIps-1	MSAep2	Semifrío húmedo, pendientes ligeramente escarpadas, moderadamente superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias sobre gruesas (medial), abundantes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica media, moderada retención de fosfatos, fertilidad alta.	Pendientes ligeramente escarpadas, abundante pedregosidad superficial y abundantes fragmentos de roca en el perfil. Retención de fosfatos moderada. Erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: arándanos, frutales deciduos, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias de ladera. No mecanizar por la presencia de fragmentos y pedregosidad superficial. Suministrar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Regar con volúmenes moderados y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural	391
		VIps-2	MSBep2	Semifrío húmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas gruesas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes baja, pH ligeramente ácido, materia orgánica media y fertilidad media.	Pendientes ligeramente escarpadas, texturas gruesas, abundante pedregosidad superficial. Erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: arándanos, frutales deciduos, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera. No mecanizar por los fragmentos y la pedregosidad superficial. Regar con volúmenes moderados y aplicaciones muy frecuentes. Aplicar materia orgánica para mejorar la estructura. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	121
		VIps-3	MQOe1 MQOe2 MQQe1 MQQe2 MQRe2 XQFe2 MQOep1 MQOep2 MQRep1 MQRep2 XQFep1 XQFep2 LQAep2	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos superficiales y profundos, bien drenados, texturas finas, abundantes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica y fertilidad altas.	Pendientes ligeramente escarpadas, abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil. Texturas finas. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: café bajo sombra, aguacate hass. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Regar con volúmenes altos y espaciados en el tiempo. Mantener el nivel de materia orgánica, para mejorar la estructura del suelo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	6,831

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIps	VIps-4	XQEep1	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido, materia orgánica alta y fertilidad media.	Pendientes ligeramente escarpadas, abundante pedregosidad superficial. Erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: café bajo sombra, aguacate hass y otros. Así mismo sistemas silvopastoriles con pastos cultivados.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar riego con volúmenes moderados y aplicaciones frecuentes. Realizar las actividades silvopastoriles con hatos mejorados y planes de manejo, pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	143
		VIps-5	ABCep1 MQAep2 MQQep1 MQVep1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes ligeramente escarpadas, suelos superficiales a profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica media y alta, moderada retención de fosfatos, abundantes fragmentos de roca, fertilidad media y alta.	Pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos de roca en el perfil. Retención fosfórica moderada. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: café bajo sombra, pacaya, aguacate hass y otros. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Suministrar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Aplicar riego con volúmenes moderados y aplicaciones frecuentes. Realizar las actividades silvopastoriles con hatos mejorados y planes de manejo, pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	942
		VIps-6	MPCep2 XPCepr2	Semicálido subhúmedo, pendientes ligeramente escarpadas, moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias sobre gruesas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica alta, fertilidad alta.	Pendientes ligeramente escarpadas, abundante pedregosidad superficial. Erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos como: cítricos, tamarindo, rosa de jamaica, maracuyá y otros. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Regar por goteo o aspersión, con láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. Realizar las actividades silvopastoriles con hatos mejorados y planes de manejo, pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	1,400









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIps	VIps-7	XWEe2 XWEep1 XWEep2 XWGep1 XWGep2	Semicálido semiseco, pendientes ligeramente escarpadas, suelos superficiales, bien drenados, texturas medias, abundantes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH neutro, materia orgánica alta, fertilidad media y alta.	Pendientes ligeramente escarpadas, abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil. Suelos superficiales. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos como: cítricos, tamarindo, rosa de Jamaica, maracuyá y otros Así mismo sistemas silvopastoriles.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera, reservorios de agua y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	1,184
	VIs	VIs-1	ASBb1 ASBc1 MSMc1 MSMcp1 MSMdp1	Semifrío húmedo, pendientes ligera a fuertemente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica media, fertilidad alta.	Texturas gruesas, abundante pedregosidad superficial. Pendientes ligera a fuertemente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: arándanos, frutales deciduos, aguacate hass y otros. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderados volúmenes y aplicaciones muy frecuentes. Aplicar materia orgánica para mejorar la estructura. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	199
		VIs-2	ABCd1 ABLcp1 MQOd1 MQOd2 MQQd1 MQRd1 XQFd1	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes moderada y fuertemente inclinadas, suelos superficiales a profundos, bien drenados, texturas medias, abundantes fragmentos de roca, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y alta, fertilidad alta.	Abundantes fragmentos de roca en el perfil. Pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: café bajo sombra, aguacate hass y otros. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	1,055

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIs	VIs-3	ABAdp1 ABCcp1 ABCdp1 ABCdp2 MBJdp1 MQAcp1 MQAdp2 MQOdp2 MQRdp1 XQFdp1 XQFdp2	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes moderada y fuertemente inclinadas, suelos superficiales y moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias, saturación de bases baja y alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica alta, moderada y alta retención de fosfatos, fertilidad media y alta.	Abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil. Retención fosfórica moderada a alta. Pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: café bajo sombra, aguacate hass, pacayas y otros. Así mismo sistemas silvopastoriles.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias de ladera. No mecanizar. Suministrar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	1,839
		VIs-4	MBMcp1 MBMcp2	Templado húmedo, pendientes moderadamente inclinadas, suelos superficiales, bien drenados, texturas medias, abundantes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y fertilidad media.	Abundantes fragmentos de roca en el perfil. Suelos superficiales. Pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: café bajo sombra, aguacate hass, pacayas y otros. Así mismo sistemas silvopastoriles con pastos cultivados.	Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias de ladera. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	90
		VIs-5	MQYb1 MQYc1 XQHb1 XQHc1	Templado subhúmedo, pendientes ligeramente inclinadas y moderadamente inclinadas, muy superficiales, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media, fertilidad alta.	Suelos muy superficiales. Pendientes ligera y moderadamente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Actividades silvopastoriles.	Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión: siembra al contorno, barreras vivas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados y cobertura boscosa natural.	272







Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIs	VIs-6	XWEdp2 XWGdp2	Semicálido semiseco, pendientes fuertemente inclinadas, superficiales, bien drenados, texturas medias, abundantes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH neutro, materia orgánica alta, fertilidad media y alta.	Abundantes fragmentos de roca en el perfil. Suelos superficiales. Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos perennes como: cítricos tamarindo, rosa de jamaica, maracuyá y otros. Así mismo sistemas silvopastoriles con pastos cultivados.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas; siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. No mecanizar. Aplicar riego, por goteo o aspersión, con láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse con hatos mejorados y planes de manejo, con pastos cultivados, reservorios de agua y cobertura boscosa natural.	94
VII	VIIp	VIIp-1	LQAf2, MBBf1, MBBf2, MBCf1, MBCf2, MBCfp1, MQBf1, MQBf2, MQCf2, MQDf1, MQDf2, MQEf1, MQEf2, MQFf1, MQFf2, MQHf1, MQHf2, MQIf2, MQJf1, MQJf2, MQKf1, MQKf2, MQZ¹f1, MQZ¹f2, MSCf1, MSCf2, MSDf1, MSEf1, MSFf1, MSFf2, XQBf2, XQDf2, XQDfp1 MBBfp1, MBDfpr2, MQDfp2, MQEfp1, MQEfp2, MQFfp1, MQGfp2, MQHfp2, MQIfp1, MQIfp2, MQJfp1, MQJfp2, MQKfp1, MQKfp2, MQZ¹fp2, MQZ¹fpr2, MSBfp2, MSCfp1, MSFfp2, MSNfp2, XQAfp2, XQDfp2	Templado húmedo, templado subhúmedo y semifrío húmedo, pendientes moderadamente escarpadas, suelos superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas y medias, fragmentos de roca en el perfil,, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH fuertemente ácido a neutro, materia orgánica media a alta, fertilidad natural media y alta.	Pendientes moderadamente escarpadas. Abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo, Abundante pedregosidad superficial. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras forestales con aptitud para realizar actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Evitar la erosión: mantener el sotobosque, plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer cortinas rompevientos, barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Las actividades dentro de las plantaciones forestales y el bosque natural deben realizarse bajo un plan de manejo autorizado por el Servicio Nacional Forestal que incluya el control de incendios forestales. En el bosque natural, el aprovechamiento debe realizarse en la época seca.	53,430

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIp	VIIp-2	MPAfp1, MPAfp2, MPBfp1, MPBfp2, XPAf2, XPAfpr2, XPBfp2, XWDfp1, XWDfp2	Semicálido subhúmedo y semiseco, pendientes moderadamente escarpadas, suelos muy superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas y medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a fuertemente alcalino, materia orgánica baja y media, fertilidad media y alta.	Pendientes moderadamente escarpadas. Mediana a abundante pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Tierras forestales con aptitud para realizar actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Evitar la erosión: mantener el sotobosque, plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer cortinas rompevientos, barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Las actividades dentro de las plantaciones forestales y el bosque natural deben realizarse bajo un plan de manejo autorizado por el Servicio Nacional Forestal que incluya el control de incendios forestales. En el bosque natural, el aprovechamiento debe realizarse en la época seca.	3,521
	VIIpe	VIIpe-1	ABKf3, ABKfp3, ACAf3, AQKf3, ASCf3, MCAf3, MCBf3, MCBfp3, MCCf3, MCCfp3	Semifrío húmedo, templado húmedo y subhúmedo, pendientes moderadamente escarpadas, superficiales y moderadamente profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias, fragmentos de roca, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH fuertemente ácido a neutro, materia orgánica media a alta, fertilidad alta y muy alta.	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa. Abundantes fragmentos de roca en el perfil, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras forestales con aptitud para realizar actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Incluyen zonas de amortiguamiento de los cañones y cañadas.	Evitar la erosión: mantener el sotobosque, plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer cortinas rompevientos, barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Las actividades dentro de las plantaciones forestales y el bosque natural deben realizarse bajo un plan de manejo autorizado por el Servicio Nacional Forestal que incluya el control de incendios forestales. En el bosque natural, el aprovechamiento debe realizarse en la época seca. No se recomiendan actividades productivas agropecuarias, su uso debe orientarse como zonas de amortiguamiento para cañones y cañadas a los que pertenece.	22,225
	VIIps	VIIps-1	MJAfp2	Frío húmedo, pendientes moderadamente escarpadas, suelos profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias sobre gruesas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media, retención fosfórica moderada y fertilidad media.	Pendientes moderadamente escarpadas, muy abundante pedregosidad superficial. Retención fosfórica moderada. Erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras forestales con aptitud para realizar actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Evitar la erosión: mantener el sotobosque, plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer cortinas rompevientos, barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Las actividades dentro de las plantaciones forestales y el bosque natural deben realizarse bajo un plan de manejo autorizado por el Servicio Nacional Forestal que incluya el control de incendios forestales. En el bosque natural, el aprovechamiento debe realizarse en la época seca.	140









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIps	VIIps-2	MSAfp2, XQBfp2 XQCf1 XQCfp1 XQCfp2	Semifrío húmedo, templado subhúmedo, pendientes moderadamente escarpadas, superficiales a profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias y gruesas, fragmentos de roca, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica media y alta, fertilidad natural media y alta.	Pendientes moderadamente escarpadas, muy abundante pedregosidad superficial, extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras forestales con aptitud para realizar actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Evitar la erosión: mantener el sotobosque, plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer cortinas rompevientos, barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Las actividades dentro de las plantaciones forestales y el bosque natural deben realizarse bajo un plan de manejo autorizado por el Servicio Nacional Forestal que incluya el control de incendios forestales. En el bosque natural, el aprovechamiento debe realizarse en la época seca.	2,860
		VIIps-3	XPAfp2 XWAfp2 XWBfp2 XWCfp2	Semicálido subhúmedo y semiseco, pendientes moderadamente escarpadas, muy superficiales a profundos, drenaje bueno a excesivo, texturas medias y gruesas, fragmentos de roca, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligera a fuertemente alcalino, materia orgánica media a alta, fertilidad natural media y alta.	Pendientes moderadamente escarpadas, extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil. Erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras forestales con aptitud para realizar actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Evitar la erosión: mantener el sotobosque, plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer cortinas rompevientos, barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Las actividades dentro de las plantaciones forestales y el bosque natural deben realizarse bajo un plan de manejo autorizado por el Servicio Nacional Forestal que incluya el control de incendios forestales. En el bosque natural, el aprovechamiento debe realizarse en la época seca.	9,056
	VIIe	VIIe-1	ABKe3 ACAd3 ACAe3 ACAep3 ACBe3 ACBep3 AQKe3 MCAe3 MCBe3 MCCe3	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH fuertemente ácido a neutro, materia orgánica media a alta, fertilidad natural alta y muy alta.	Erosión severa. Pendientes fuertemente inclinadas y ligeramente escarpadas, drenaje excesivo, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras forestales con aptitud para realizar actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Incluyen zonas de amortiguamiento de los cañones y cañadas.	Evitar la erosión: mantener el sotobosque, plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer cortinas rompevientos, barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Las actividades dentro de las plantaciones forestales y el bosque natural deben realizarse bajo un plan de manejo autorizado por el Servicio Nacional Forestal que incluya el control de incendios forestales. En el bosque natural, el aprovechamiento debe realizarse en la época seca. No se recomiendan actividades productivas agropecuarias, su uso debe orientarse como zonas de amortiguamiento para cañones y cañadas a los que pertenece.	8,086

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores Limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIs	VIIs-1	MBGcp1 MBGdp1 MBGdp2 XQGd1 XQGdp1 XQGe1 XQGe2 XQGep1 XQGep2	Templado húmedo y subhúmedo, pendientes moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas, suelos muy superficiales a superficiales, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas medias, fragmentos de roca, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a muy fuertemente ácido, materia orgánica media a alta, fertilidad media.	Extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil. Pendientes moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada, suelos muy superficiales, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras forestales con aptitud para realizar actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Evitar la erosión: mantener el sotobosque, plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer cortinas rompevientos, barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Las actividades dentro de las plantaciones forestales y el bosque natural deben realizarse bajo un plan de manejo autorizado por el Servicio Nacional Forestal que incluya el control de incendios forestales. En el bosque natural, el aprovechamiento debe realizarse en la época seca.	3,740
		VIIs-2	XWFd2 XWFdp1 XWFdp2 XWFe2 XWFep1 XWFep2 XWHc1 XWHcp1 XWHbp1 XWHbp2	Semicálido semiseco, pendientes ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas, suelos superficiales, bien drenados, texturas medias, extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligera a fuertemente alcalino, materia orgánica baja a alta, fertilidad media y alta.	Extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil. Abundante pedregosidad superficial, pendientes fuertemente inclinadas y ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras forestales con aptitud para realizar actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Evitar la erosión: mantener el sotobosque, plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer cortinas rompevientos, barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Las actividades dentro de las plantaciones forestales y el bosque natural deben realizarse bajo un plan de manejo autorizado por el Servicio Nacional Forestal que incluya el control de incendios forestales. En el bosque natural, el aprovechamiento debe realizarse en la época seca.	3,776









Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VIII	VIIIp	VIIIp-1	MBCg2 MQBg2 MQEgp2 MQHgpr2 MQZ[1]gr1 MQZ[1]gr2 MSCg2 MSDg2 MSEg1 MSEgpr2 MSFg2 XPAgp2 XQDgp2 XWAgp1 XWAgp2	Semifrío húmedo, templado húmedo y subhúmedo, semicálido semiseco, pendientes fuertemente escarpadas, suelos muy superficiales a profundos, drenaje moderadamente excesivo y excesivo, texturas finas a gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio cationes de media a alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, materia orgánica baja a alta, fertilidad natural media y alta.	Pendientes fuertemente escarpadas. Erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras para la conservación de los recursos naturales, hídricos y la biodiversidad.	Debe conservarse el bosque existente; propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; establecer programas de recuperación de suelos erosionados por medio de la regeneración natural, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales, con un monitoreo constante para propiciar la conservación de los recursos naturales existentes.	10,108
		VIIIp-2	MCAg3 MCBg3 MCCg3 MCCgp3	Semifrío húmedo, templado húmedo y subhúmedo, semicálido subhúmedo, pendientes fuertemente escarpadas, suelos superficiales a profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media a alta, fertilidad natural alta y muy alta.	Pendientes fuertemente escarpadas. Erosión severa. Deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Tierras para la conservación los recursos naturales, hídricos y la biodiversidad.	Debe conservarse el bosque existente; propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; establecer programas de recuperación de suelos erosionados por medio de la regeneración natural, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales, con un monitoreo constante para propiciar la conservación de los recursos naturales existentes.	1,285

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
VIII	VIIIes	VIIIes-1	Áreas de coladas de lava actual	Templado húmedo, templado subhúmedo, semifrío húmedo y frío húmedo. Áreas de no suelo y erosión muy severa.	Erupcionea volcánicaa conatantea	Tierras no aptas para actividades agropecuarias ni forestales.	Áreas para la conservación de los recursos naturales existentes, educación ambiental, turismo e investigación. Se debe evitar los asentamientos humanos debido a las erupciones volcánicas constantes.	852
			Áreas de canteras		Áreas sin suelo.	Utilizar solamente las áreas autorizadas para la explotación de los recursos del subsuelo.	Cumplir con las especificaciones del plan de manejo para la extracción de productos del subsuelo.	
			Áreas misceláneas erosionadas		Erosión muy severa	Protección y conservación de los recursos naturales y la biodiversidad	Conservar los relictos de bosque existente, propiciar la revegetalización natural con especies nativas, implementar programas de recuperación de suelos erosionados, no utilizar la vegetación que va colonizando el suelo para estabilizar con mayor velocidad estas zonas, evitar los incendios forestales.	
			Áreas de tierras de ceniza suelta		Erupcionea volcánicaa conatantea	Tierras no aptas para actividades agropecuarias, son de dedicación exclusiva para la conservación y protección de los recursos naturales y la biodiversidad.	La conservación de los relictos de bosque existente debe ser prioridad, propiciar la revegetalización natural con especies herbáceas y arbustivas, establecer programas de control de incendios forestales. Se debe evitar los asentamientos humanos debido a las erupciones volcánicas constantes.	
			CA	CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	1,584

Explicación de los símbolos:	II - VIII	Clases agrologicas (limitaciones severas).
	p	Subclase por limitaciones generales por pendiente.
	e	Subclase por limitaciones generales por erosión.
	h	Subclase por limitaciones generales por humedad: pobre, muy pobre, imperfecto.
	s	Subclase por limitaciones generales por suelo
	c	Subclase por limitaciones generales por clima.
	1,2,3...n	Grupos de manejo (limitaciones específicas dentro de las subclases).

Organización de la leyenda:

1. Clases: estas se organizan de menor a mayor número de limitantes (clase I a la VIII).

2. Subclases: el orden para agruparlas es: 1º. subclase de limitaciones por pendiente (p), 2º. subclase de limitaciones por erosión (e), 3º. subclase de limitaciones por humedad (h), 4º. subclase de limitaciones por suelos (s) y 5º. Subclase de limitaciones por clima (c) (IGAC, 2007, 2010).

3. Grupos de manejo: dentro de una subclase, para esta leyenda se organizó desde el clima altitudinal más frío hasta el más cálido.





5.3 DESCRIPCIÓN DE CLASES, SUBCLASES Y GRUPOS DE MANEJO

Las unidades de capacidad (Clases, Subclases y Grupos de Manejo) se describen de acuerdo con el orden en que se encuentran en la leyenda presentada anteriormente (Cuadro 5.1), comenzando por aquellas que tienen el menor grado de limitaciones. Los comentarios hacen referencia primero a la Clase, luego a la Subclase y por último al Grupo de Manejo.

En cada ***Clase*** se comentan aspectos generales relacionados con la extensión (ha y %), ubicación geográfica, las limitantes que han determinado la clase, posición geomorfológica (paisaje y tipo de relieve), materiales parentales, clima (piso térmico, temperatura ambiental, precipitación), altitud, grado de inclinación de las pendientes, grado de erosión, uso actual y una fotografía de un sector de cada clase.

La ***Subclase*** contiene las limitantes generales que la han determinado, tales como pendiente, erosión, humedad, suelos, clima y los grupos de manejo que le pertenecen.

El ***Grupo de manejo*** lleva información sobre las fases que lo componen, tipo y nombre de la unidad cartográfica, extensión, clima ambiental, posición geomorfológica, relieve, grado de inclinación de las pendientes, materiales parentales, características específicas de los suelos (profundidad efectiva, clase de drenaje, grupos texturales, saturación de bases, capacidad de intercambio de cationes, pH, fertilidad natural y grado de erosión), cobertura vegetal y uso actual de la tierra, limitantes de uso, vocación y prácticas de manejo recomendadas.

5.3.1 Tierras de la Clase I

En el departamento de Guatemala no se identificaron tierras de la Clase I.

5.3.2 Tierras de la Clase II

Esta clase de tierras ocupa una superficie de **17,060 ha** que representan el **7.74%** del total departamental (Figura 5.3) y se encuentra en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San Miguel Petapa, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva.

Los suelos de la clase **II,** tienen ligeras limitaciones que definen las prácticas de conservación de suelos y aguas que deben realizarse. Las subclases determinadas en esta clase son: IIesc, IIpec, IIpes, IIpsc y IIsc. Se describen a continuación:

5.3.2.1 Subclase por limitaciones de erosión, suelo y clima (IIesc)

Esta subclase posee limitaciones por erosión, suelo y clima, presenta el grupo de manejo IIesc-1.

5.3.2.1.1 Grupo de manejo IIesc-1

Este grupo de manejo ocupa un área de 897 ha, corresponde a la fase **AQFa1** de la Consociación Valle de

la Ermita; con **clima templado subhúmedo**, en el tipo de relieve terraza de altiplano hidro-volcánico, con pendientes ligeramente planas (0 – 3%) y con erosión ligera.

Los suelos de este grupo se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez). Son moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica baja y fertilidad natural alta.



Figura 5.3 Tierras de clase II, en clima templado subhúmedo, con pendientes de 0-3%, en terrazas del paisaje altiplano. Uso actual: ganadería. Municipio de Villa Canales (Foto: W. González, 2011)

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 88% de su superficie está ocupada por tejido urbano; el 4% de la superficie está cubierta por vegetación arbustiva baja; el 3.5% por pastos; el 2% por hortalizas; el 1.5% por bosque mixto; el 1.0% por café (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son erosión ligera, suelos moderadamente profundos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); para el cultivo de hortalizas con las especies acelga, tomate, chile, ajo, cebolla, pepino, berenjena, otros. Otros cultivos que pueden establecerse son: café bajo sombra, pacayas, ornamentales (flores y follajes), aguacate hass. Además, presenta aptitud para el establecimiento de ganadería con pastos cultivados.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de ligeras prácticas de conservación de suelos y aguas para reducir la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con barreras vivas en su parte superior. Establecer cortinas rompevientos para minimizar la erosión eólica. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima para evitar la destrucción de la estructura del horizonte superficial. Debe incorporarse materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes provenientes de

leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos y así, se mejorará las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. En ganadería, se recomienda trabajar con hatos mejorados, pastos de corte, pastos cultivados y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido con una apropiada rotación, fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deben establecerse según análisis locales en finca. Es necesario regar en época seca, con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes por medio de aspersión o goteo.

5.3.2.2 Subclase por pendiente, erosión y clima (IIpec)

Esta subclase posee limitaciones ligeras por pendiente, erosión y clima, presenta los grupos de manejo IIpec-1 y IIpec-2.

5.3.2.2.1 Grupo de manejo IIpec-1

El grupo de manejo ocupa un área de 1,486 ha; corresponde a la fase **ABFb1** de la Consociación Ciénaga Grande, en el **clima templado húmedo**, localizado en el tipo de relieve terraza de altiplano hidro-volcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%), con erosión ligera.

Estas tierras se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez). Los suelos son profundos, con drenaje natural bueno, texturas medias, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido y neutro, materia orgánica media; moderada retención de fosfatos y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 54% de su superficie está ocupada por tejido urbano; el 18% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 14% por pastos; el 5% por hortalizas; el 4% por bosque mixto; el 2% por bosque de coníferas; 1% vegetación arbustiva; 2% por mosaico de cultivos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones durante un semestre del año y moderada retención de fosfatos.

La capacidad de uso es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol); para el cultivo de hortalizas con especies como acelga, espinacas, tomate, chile, cebolla, ajo, otros. Asimismo, para aguacate hass, ornamentales (flores y follajes), entre otras; a su vez, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería con pastos cultivados.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de ligeras prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel y establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Si es necesario arar, se recomienda utilizar labranza mínima, con el fin de preservar la estructura de la capa arable (horizonte A); estos suelos necesitan incorporación de materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno. En ganadería, se recomienda trabajar con hatos mejorados, pastos de corte, pastos cultivados y bancos forrajeros;

diseñar potreros de tamaño reducido con una apropiada rotación, fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, se recomienda la aplicación de Nitrógeno y Fósforo, Cobre y Zinc, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Es necesario riego suplementario en época seca, por goteo o aspersión, aplicando láminas con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes.

5.3.2.2.2 Grupo de manejo IIpec-2

Este grupo de manejo tiene un área de 142 ha; está conformado por la fase de suelos **MQZ²b1** de la Consociación El Edén; de **clima templado subhúmedo**, en el tipo de relieve plano de inundación, del paisaje montaña volcano-erosional; con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%), con erosión ligera.

Los suelos se han originado de depósitos aluvio – coluviales, son profundos, con drenaje natural moderado, de texturas medias, con saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, materia orgánica baja y fertilidad natural muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 66% de la superficie está ocupada por tejido urbano; el 12% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 8% por el cultivo de tomate; el 7% por cultivo de café; el 6% por pastos; el 1% por cuerpos de agua (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son pendientes ligeramente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola, con cultivos intensivos de clima templado, tales como los granos básicos (maíz y frijol); hortalizas como remolacha, tomate, chile, cebollas, lechuga, pepino, berenjena, otros. Otros cultivos que pueden establecerse son: café bajo sombra, cultivo de pacaya, ornamentales (flores y follajes), aguacate hass, higos, izote y otros. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería.

Se recomienda realizar ligeras prácticas de conservación de suelos y aguas para reducir la erosión hídrica, para ello sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel. Para incrementar la retención de agua se recomienda implementar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, con ello se mejorará la humedad del suelo, lo que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Si es necesario arar, realizar labranza mínima y mantener cubierto el suelo con restos vegetales. Incorporar materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno. En ganadería se recomienda trabajar con hatos mejorados, pastos de corte, pastos cultivados y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido con una apropiada rotación, fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

De acuerdo con la fertilización química, agregar Nitrógeno, Cobre y Zinc, dosis según análisis en finca. Estos suelos necesitan riego en la época seca, es necesario regar con láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes, por medio de goteo o por aspersión.

5.3.2.3 Subclase por pendiente, erosión y suelo (IIpes)

Esta subclase posee limitaciones por pendiente, erosión y suelo, presenta el grupo de manejo IIpes-1.

5.3.2.3.1 Grupo de manejo IIpes-1

Estas tierras ocupan un área de 6,047 ha; corresponde a la fase **AQFb1** de la Consociación Valle de la Ermita, con **clima templado subhúmedo**, localizado en el tipo de relieve terraza de altiplano hidro-volcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%), con erosión ligera.

Los suelos de este grupo se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez); son moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido, materia orgánica baja y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 58% de la superficie está ocupado por tejido urbano; el 10% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 8% por vegetación arbustiva baja; el 7% por bosque mixto; el 5% por pastos; el 6.5% por cultivo de hortalizas; el 3% por aguacate; el 1.5% por cultivos diversos y el 1% por el cultivo de café (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, moderadamente profundos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso es agrícola con cultivos intensivos de clima templado como granos básicos (maíz, frijol, otros); hortalizas con especies como tomate, chile, cebolla, remolacha, zanahoria, berenjena, pepino, otros. Asimismo, se puede establecer café bajo sombra, cultivo de pacaya, ornamentales (flores y follajes), granada, aguacate hass, otros; también posee aptitud para la ganadería.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de ligeras prácticas de conservación de suelos y aguas para reducir la erosión: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Se recomienda implementar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, con esto se evita la escorrentía provocada por las lluvias y se mejora la infiltración del agua en el perfil. Para minimizar la erosión eólica debe establecerse cortinas rompevientos. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima para no destruir la estructura del horizonte superficial; estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas por lo que se recomienda incorporar restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y abonos orgánicos.

En cuanto a la ganadería, se recomienda trabajar con hatos mejorados, pastos de corte, pastos cultivados y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido con una apropiada rotación, fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deben establecerse según análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, se recomienda aplicar láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por goteo o aspersión.

5.3.2.4 Subclase por pendiente, suelo y clima (IIpsc)

Esta subclase posee limitaciones por pendiente, suelo y clima, presenta el grupo de manejo IIpsc-1.

5.3.2.4.1 Grupo de manejo IIpsc-1

Ocupa un área de 3,282 ha; corresponde a la fase **AQFb** de la Consociación Valle de la Ermita, con **clima templado subhúmedo**, localizado en el tipo de relieve terraza de altiplano hidro-volcánico con pendientes ligeramente inclinadas (3%-7%).

Los suelos de este grupo se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez). Son moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica baja y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 94% de su superficie está ocupado por tejido urbano; el 4% por bosque mixto y el 2% restante, por vegetación arbustiva baja (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente profundos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); para el cultivo de hortalizas con tomate, chile, cebolla, espárragos, berenjena, pepino y otros. Asimismo, se puede establecer otros cultivos como café bajo sombra, ornamentales (flores y follajes), granada, aguacate hass, otros. Además presentan aptitud para el establecimiento de ganadería.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de prácticas de conservación de suelos y aguas, para reducir la erosión: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas; se recomienda implementar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, ya que con esto se evita la escorrentía provocada por el agua de lluvia y se mejora la infiltración del agua en el perfil. Para minimizar la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos. Si es necesario arar, se recomienda realizar labranza mínima para no destruir la estructura del horizonte superficial. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas por lo que se recomienda incorporar restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadores de nitrógeno y abonos orgánicos. En las actividades ganaderas se recomienda trabajar con hatos mejorados, pastos de corte, pastos cultivados y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido con una apropiada rotación, fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deben establecerse según análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, se recomienda aplicar láminas con volúmenes moderados y aplicaciones frecuentes, por goteo o aspersión.

5.3.2.5 Subclase por suelo y clima (IIsc)

Esta subclase posee limitaciones por suelo y clima, presenta el grupo de manejo IIsc-1.

5.3.2.5.1 Grupo de manejo IIsc-1

Ocupa un área de 5,206 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase **AQFa** de la Consociación Valle de la Ermita; en **clima templado subhúmedo**, localizada en el tipo de relieve terraza de altiplano hidro-volcánico y pendientes ligeramente planas (0 al 3%).

Los suelos de este grupo se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), son moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica baja y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 96% por tejido urbano; 3% de la superficie está ocupada por bosque mixto; y el restante 1%, por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son suelos moderadamente profundos y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); para el cultivo de hortalizas con especies como tomate, chile, cebolla, pepino, berenjenas, lechuga y otros. Asimismo, se puede establecer otros cultivos como café bajo sombra, ornamentales (flores y follajes), granada, aguacate hass. Además presentan aptitud para el establecimiento de ganadería.

Son necesarias prácticas de conservación de suelos y aguas para disminuir la erosión hídrica, sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas, se recomienda implementar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, ya que con esto se evita la escorrentía provocada por el agua de lluvia y se mejora la infiltración del agua en el perfil. Para mitigar la erosión eólica es necesario establecer cortinas rompevientos. Si es necesario arar, se recomienda realizar labranza mínima para no destruir la estructura del horizonte superficial; estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, por lo que se recomienda incorporar restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadores de nitrógeno y abonos orgánicos. En las actividades ganaderas, se recomienda trabajar con hatos mejorados, pastos de corte, pastos cultivados y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido con una apropiada rotación, fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deben establecerse según análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, se recomienda aplicar láminas con volúmenes moderados y aplicaciones frecuentes, por goteo o aspersión.

5.3.3 Tierras de la Clase III

Esta clase de tierras ocupa una superficie de **9,679 ha** que representa el **4.39%** del total departamental y se encuentra en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San Miguel Petapa, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva.

Las tierras de la clase III, tienen moderadas limitaciones que definen prácticas de conservación de suelos y

aguas que deben implementarse en su manejo. En la Figura 5.4 se ve un ejemplo de estas tierras.



Figura 5.4 Tierras de clase III, en clima templado, con pendiente de 7 al 12%, sobre terrazas del paisaje de altiplano. Uso actual: ganadería, municipio de Fraijanes (Foto: W. González, 2011).

Las subclases determinadas en esta clase son: IIIp, IIIps y IIIs. Se describen a continuación:

5.3.3.1 Subclase por limitaciones de pendiente (IIIp)

Esta subclase posee limitaciones por pendiente, presenta los grupo de manejo IIIp-1, IIIp-2 y IIIp-3.

5.3.3.1.1 Grupo de manejo IIIp-1

Ocupa un área de 21 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase **MSGc1** de la Consociación San Francisco. El clima es **semifrío húmedo**, el tipo de relieve es lomas, del paisaje montaña volcano - erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7 – 12%), con erosión ligera.

Los suelos de este grupo se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); son profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, materia orgánica alta, alta retención de fosfatos y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras, indica que el 85.5% de la superficie está ocupada por granos básicos (maíz y frijol) y el 14.5% por bosque mixto (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes moderadamente inclinadas, alta retención de fosfatos, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); cultivos de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, tomate, chile, cebolla, brócoli, repollo, zanahoria, otros. Otros cultivos que pueden establecerse son la mora, fresa, níspero y aguacate hass. A su vez tiene aptitud para el establecimiento de ganadería.

Debe implementarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas; sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas para reducir la erosión hídrica. Se recomienda realizar acequias de ladera, que incluya gramíneas en la parte superior, con esto se logra incrementar la retención de agua en el perfil. Instalar cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima para no afectar su estructura. Es necesario mantener los niveles de materia orgánica, para ello incorporar abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; realizar las actividades ganaderas bajo planes de manejo, que incluya pastos mejorados, cercas vivas, adecuada carga animal, oportuna rotación de potreros, así como evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Para programas de fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo, Cobre y Zinc, dosis según análisis en finca. Por la alta retención de fosfatos, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad, cerca de las raíces, en dosis moderadas y en forma periódica. Debe aplicarse riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes.

5.3.3.1.2 Grupo de manejo IIIp-2

Ocupa un área de 205 ha. Corresponde a la fase **ABFc1** de la Consociación Ciénaga Grande. El clima es **templado húmedo**; el tipo de relieve es terraza del paisaje altiplano hidro-volcánico; los suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); en pendientes moderadamente inclinadas (7 – 12%) y presentan erosión ligera.

Estos suelos son profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido; materia orgánica baja; moderada retención de fosfatos; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 60% de la superficie está ocupada por tejido urbano; el 26% por bosque mixto; el 12% por hortalizas; 1% por vegetación arbustiva baja y el 1% restante, por pastos naturales (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes moderadamente inclinadas; moderada retención de fosfatos, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); cultivo de hortalizas como acelga, cebollas, ajos, tomate, chiles, remolachas, berenjenas, otros. Asimismo para el cultivo de café bajo sombra, pacayas, aguacate hass, granada, flores y follajes. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería.

Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas como la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel y barreras vivas. Realizar acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, ya que con esto se reduce la escorrentía provocada por las lluvias y se mejora la infiltración del agua en el perfil del

suelo. Implementar cortinas rompevientos para mitigar la erosión eólica. Si es necesario arar, se recomienda una mínima labranza para no afectar la estructura. Estos suelos necesitan la incorporación de materia orgánica, utilizando como fuentes abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; realizar las actividades ganaderas bajo planes de manejo, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo, y los micronutrientes Cobre y Zinc. Dosis según análisis de suelos por finca. Por la retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. En época seca debe aplicarse riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes.

5.3.3.1.3 Grupo de manejo IIIp-3

Tiene un área de 2,353 ha. Corresponde a las fases **AQFc y AQFc1** de la Consociación Valle de la Ermita; **MBHc1** de la Consociación Las Escobas; **MBKc1** de la Consociación Lourdes; **MQLc1** de la Consociación Villa Canales; **MQZ²c1** de la Consociación El Edén. Los climas son **templado húmedo y templado subhúmedo;** los tipos de relieve presentes son: terraza del paisaje altiplano hidro-volcánico; lomas, glacís y plano de inundación del paisaje de montaña volcano-erosional; con pendientes moderadamente inclinadas (7 – 12%), con erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), depósitos coluvio-aluviales y depósitos aluvio-coluviales.

Estos suelos son moderadamente profundos a profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica muy baja y baja; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 69% de la superficie está ocupada por tejido urbano; el 13% por granos básico (maíz, frijol); el 6% por vegetación arbustiva baja; el 4% por bosque mixto; el 3% por hortalizas; 2.5% por pastos; 2% por cultivo de café bajo sombra y el 1% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes moderadamente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); cultivo de hortalizas como acelga, cebollas, ajos, tomate, chiles, remolachas, berenjenas, otros. Asimismo para el cultivo de café bajo sombra, aguacate hass, granada, flores y follajes. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería.

Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas como la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel y barreras vivas. Realizar acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, ya que con esto se reduce la escorrentía provocada por las lluvias y se mejora la infiltración del agua en el perfil del suelo. Implementar cortinas rompevientos para mitigar la erosión eólica. Si es necesario arar, se recomienda una mínima labranza para no afectar la estructura. Estos suelos necesitan la incorporación de materia orgánica, utilizando como fuentes abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; realizar las actividades ganaderas bajo planes de manejo, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo, y el micronutriente Zinc. Dosis según análisis de suelos por finca. Debe aplicarse riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes.

5.3.3.2 Subclase por limitaciones de pendiente y suelo (IIIps)

Esta subclase posee limitaciones por pendiente y suelo, presenta los grupo de manejo IIIps-1, IIIps-2, IIIps-3, IIIps-4, IIIps-5, IIIps-6, IIIps-7, IIIps-8 y IIIps-9.

5.3.3.2.1 Grupo de manejo IIIps-1

Posee un área de 114 ha; corresponde a la fase de suelos **MSÑc1** de la Consociación Colorado, que tiene un clima **semifrío húmedo**, en el tipo de relieve vallecito de montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7 - 12%) con erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de depósitos aluvio-coluviales.

Son suelos profundos; bien drenados; texturas finas; saturación de bases baja; capacidad de intercambio de cationes alta; pH moderadamente ácido, materia orgánica alta en superficie, alta retención de fosfatos y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 41% de la superficie está ocupada por pastos cultivados; el 23% por cultivo de flores y follajes; 12% por granos básicos (frijol, maíz, otros); el 9% por bosque mixto; el 2% por hortalizas y el 13% restante por tejido urbano (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes moderadamente inclinadas, texturas finas, alta retención de fosfatos y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, coles, tomate, chile, cebolla, repollo, zanahoria, otras. Otros cultivos posibles son mora, fresa, níspero, frutales deciduos, aguacate hass y otros. También tiene aptitud para el establecimiento de ganadería.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, realizar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, estas prácticas reducirán la erosión hídrica y aumentarán el contenido de humedad del suelo. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar una labranza mínima para no afectar la estructura del horizonte superior, y se debe dejar el suelo cubierto con restos vegetales. Debe mantenerse los niveles de materia orgánica, para ello incorporar abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer cercos vivos, pastos cultivados y pastos de corte; diseñar potreros de tamaño reducido; establecer una adecuada carga por hectárea y evitar el sobre pastoreo.

Con respecto a la fertilización química es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo, micronutrientes como Cobre, Zinc, las dosis deberán establecerse según análisis de suelos en finca. Debido a la alta retención de fosfatos, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Es necesario aplicar riego suplementario,

con láminas de altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo por medio de goteo o aspersión.

5.3.3.2.2 Grupo de manejo IIIps-2

Ocupa una superficie de 392 ha y corresponde a las fases de suelos **MBFc1** de la Consociación Santa Isabel y **MQVc1** de la Consociación Los Paternales, en los climas **templado húmedo y templado subhúmedo**, en los tipos de relieve lomas y glacís del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), con erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de los materiales parentales tefras (cenizas volcánicas y pómez) y por depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases baja; capacidad de intercambio de cationes alta; pH moderadamente ácido; materia orgánica alta; alta retención de fosfatos y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 32% de la superficie está ocupada por cultivo de café; el 22% por el cultivo de piña; 16% por pastos cultivados; el 12% por granos básicos (maíz y frijol); el 5% por bosque de coníferas; el 4% por cultivos permanentes arbóreas; 4% por pastos naturales; 2% por bosque mixto; 1% vegetación arbustiva baja y el 2% restante, por tejido urbano (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes moderadamente inclinadas, texturas contrastantes (medias sobre finas); alta retención de fosfatos; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); otros cultivos que pueden establecerse son las hortalizas con especies de acelga, espárrago, tomate, chile, berenjena y cebolla, entre otras. Asimismo, otros cultivos como café bajo sombra, aguacate hass, flores y follajes. Además, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería.

Deben realizarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, tales como la siembra de cultivos al contorno, siguiendo las curvas a nivel, realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo para no destruir la estructura del suelo. Mantener el nivel de materia orgánica, agregando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería, se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer adecuada carga animal por área y evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química, es necesario agregar Nitrógeno y Fósforo y el micronutriente Zinc, las dosis a aplicar deben basarse en análisis de suelos en finca. Debido a la retención de fosfatos que presenta, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca del área de las raíces. Es necesario regar en la época seca, para ello debe aplicarse láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.3.2.3 Grupo de manejo IIIps-3

Ocupa una superficie de 361 ha y corresponde a las fases de suelos **ABDc1** de la Consociación Agua Tibia,

ABLc1 de la Consociación Las Flores y **MQTc1** de la Consociación La Piedrona. Este grupo incluye dos climas que son **templado húmedo y templado subhúmedo** en los tipos de relieve abanico–terraza y vallecito, del paisaje altiplano hidro-volcánico y glacís del paisaje montaña volcano-erosional con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%). Los suelos se han originado a partir de tefras (pómez) y lodos; depósitos coluvio- aluviales y depósitos aluvio-coluviales.

Son suelos moderadamente profundos, bien drenados; texturas medias; pocos fragmentos de roca en el perfil; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH fuertemente ácido a neutro; materia orgánica media y alta, fertilidad natural alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 38% de la superficie está ocupada por pastos cultivados; el 16% por pastos naturales; el 12% por granos básicos (maíz y frijol); 11% por áreas urbanas; el 8% por cultivo de hortalizas; el 8% por bosque mixto; el 3% por cultivo de café; el 4% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son pendientes moderadamente inclinadas, texturas moderadamente gruesas, pocos fragmentos de roca en el perfil; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); otros cultivos que pueden establecerse son las hortalizas con especies de acelga, espárrago, tomate, chile, berenjena y cebolla, entre otras. Asimismo, otros cultivos como café bajo sombra, pacaya, aguacate hass, flores y follajes y otros. Además, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería.

Deben realizarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, tales como la siembra de cultivos al contorno, siguiendo las curvas a nivel, realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos contra erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo para no destruir la estructura del suelo. Mantener el nivel de materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer adecuada carga animal por área y evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química, es necesario agregar Nitrógeno, Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc, las dosis a aplicar deben basarse en análisis de suelos en finca. Necesita riego en la época seca, para ello debe aplicarse láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.3.2.4 Grupo de manejo IIIps-4

Posee un área de 1,167 ha y corresponde a las fases de suelo **AQBc** y **AQBc1** de la Consociación Ojo de Agua**; AQHc1** y **AQHcp1** de la Consociación Mindanao, en el clima **templado subhúmedo**, en los tipos de relieve lomas y terrazas del paisaje altiplano hidro-volcánico, con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%). Los suelos se han originado a partir del material parental denominado tefras (cenizas volcánicas y pómez).

Son suelos moderadamente profundos, drenaje natural bueno y moderado; texturas finas; saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido a neutro; materia orgánica media y fertilidad natural alta.

Las limitantes que presenta son pendientes moderadamente inclinadas, texturas finas, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); otros cultivos que pueden establecerse son las hortalizas con especies de acelga, espárrago, zanahoria, tomate, chile, berenjena y cebolla, entre otras. Asimismo, otros cultivos como café bajo sombra, pacaya, macadamia, granada, aguacate hass, flores y follajes y otros. Además, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería.

Deben realizarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, tales como la siembra de cultivos al contorno, siguiendo las curvas a nivel, realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo para no destruir la estructura del suelo. Incorporar materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer adecuada carga animal por área y evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc, las dosis deberán establecerse con base en análisis de suelos en finca. Aplicar riego suplementario por goteo o aspersión, con láminas de altos volúmenes y aplicaciones espaciadas.

5.3.3.2.5 Grupo de manejo IIIps-5

Ocupa un área de 350 ha; incluye la fase **ABGc1** de la Consociación Jocotillo, en el clima **templado húmedo**, en el tipo de relieve terraza del paisaje de altiplano hidro-volcánico, con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y con erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez).

Son suelos moderadamente superficiales, bien drenados; texturas medias; saturación de bases baja y capacidad de intercambio de cationes alta; pH moderadamente ácido; materia orgánica alta; alta retención de fosfatos; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 26% de la superficie está ocupada por el cultivo de café; el 25% por áreas urbanas; el 22% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 15% por el cultivo de piña; 11% pastos cultivados; 1% por flores y follajes (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son pendientes moderadamente inclinadas; suelos moderadamente superficiales; alta retención de fosfatos; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el

cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como tomate, chile, cebolla, lechuga, espárragos y zanahoria, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, pacayas, macadamia, granada, aguacate hass y el cultivo de piña. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan, así como para establecer explotaciones ganaderas.

Respecto al manejo de estos suelos, debe aplicarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, para ello sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel; realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos para contrarrestar la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo para no destruir la estructura del suelo. Mantener el nivel de materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, y el micronutriente Cobre, las dosis deberán establecerse con base en análisis de suelos en finca. Debido a la retención de fosfatos aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Debe regarse, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes.

5.3.3.2.6 Grupo de manejo IIIps-6

Tiene un área de 16 ha, corresponde a la fase **AQEc1** de la Consociación Lo de Boc, en el clima **templado subhúmedo**, en el tipo de relieve lomas del paisaje altiplano hidro-volcánico; con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de los materiales parentales: cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita.

Son suelos moderadamente superficiales, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH moderadamente ácido; materia orgánica media y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 76% de la superficie está ocupada por granos básicos (maíz y frijol); el 24% por vegetación arbustiva baja (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes moderadamente inclinadas, moderadamente superficiales; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); otros cultivos que pueden establecerse son las hortalizas con especies de acelga, espárrago, tomate, chile, berenjena y cebolla, entre otras. Asimismo, pueden establecerse otros cultivos como el café bajo sombra, pacaya, aguacate hass, flores y follajes y otros. Además, tiene aptitud para el establecimiento de actividades ganaderas.

Deben realizarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, tales como la siembra de cultivos al contorno, siguiendo las curvas a nivel, realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo para no destruir la estructura del suelo. Incorporar materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha

y abonos orgánicos. En ganadería, se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer adecuada carga animal por área y evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química, es necesario agregar Nitrógeno y Fósforo y el micronutriente Zinc, las dosis a aplicar deben basarse en análisis de suelos en finca. Es necesario regar, para ello debe aplicarse láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes por medio de aspersión o goteo.

5.3.3.2.7 Grupo de manejo IIIps-7

Tiene un área de 349 ha, corresponde a la fase **MQUc1** de la Consociación Playa Linda, en el clima **templado subhúmedo**, en el tipo de relieve glacis del paisaje montaña volcano-erosional; con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera. Los materiales parentales de estos suelos a partir de los cuales se han originado son depósitos coluvio aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica alta; alta retención de fosfatos; frecuentes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 68% de la superficie está ocupada por el cultivo de café; 17% por pastos cultivados; 9% áreas urbanas; 3% bosque latifoliado; 3% vegetación arbustiva baja (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes moderadamente inclinadas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil; alta retención de fosfatos; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); otros cultivos que pueden establecerse son las hortalizas con especies de acelga, espárrago, tomate, chile, berenjena y cebolla, entre otras. Asimismo, pueden establecerse otros cultivos como el café bajo sombra, pacaya, aguacate hass, flores y follajes y otros. Además, tiene aptitud para el establecimiento de actividades ganaderas.

Deben realizarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, tales como la siembra de cultivos al contorno, siguiendo las curvas a nivel, realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. No se recomienda arar debido a los fragmentos de roca en el perfil. Mantener los niveles de materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería, se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer adecuada carga animal por área y evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química, es necesario agregar Nitrógeno, Fósforo, Potasio y los micronutrientes Cobre, Zinc. Las dosis a aplicar deben basarse en análisis de suelos en finca. Debido a la retención de fosfatos aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Es necesario regar, para ello debe aplicarse láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes por medio de aspersión o goteo.

5.3.3.2.8 Grupo de manejo IIIps-8

Tiene un área de 397 ha, corresponde a las fases **AQLc1** de la Consociación Villa Lobos y **MQZ(3)c1**, del Complejo Río Mogollón en el clima **templado subhúmedo**, en el tipo de relieve vallecito del paisaje altiplano hidro-volcánico y del paisaje montaña volcano-erosional; con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), con erosión ligera. Los materiales parentales de estos suelos a partir de los cuales se han originado son depósitos aluvio coluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica alta; frecuentes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 28% de la superficie está ocupada por áreas urbanas; el 22% por vegetación arbustiva baja; 15% por granos básicos (maíz y frijol); 11% por pastos naturales; 8% bosque mixto; 5% playas y arenales; 4% hortalizas; 3% arboles dispersos; 3% por ríos y 1% por el cultivo del café (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes moderadamente inclinadas; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); otros cultivos que pueden establecerse son las hortalizas con especies de acelga, espárrago, tomate, chile, berenjena y cebolla, entre otras. Asimismo, pueden establecerse otros cultivos como el café bajo sombra, pacaya, aguacate hass, flores y follajes y otros. Además, tiene aptitud para el establecimiento de actividades ganaderas.

Deben realizarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, tales como la siembra de cultivos al contorno, siguiendo las curvas a nivel, realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. No arar debido a los fragmentos de roca en el perfil. Mantener los niveles de materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería, se recomienda trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer adecuada carga animal por área y evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química, es necesario agregar Nitrógeno, Fósforo y el micronutriente Cobre. Las dosis a aplicar deben basarse en análisis de suelos en finca. Es necesario regar, para ello debe aplicarse láminas de moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes por medio de aspersión o goteo.

5.3.3.2.9 Grupo de manejo IIIps-9

Tiene un área de 146 ha, corresponde a las fases **XWIc1** y **XWIcp1**, de la Consociación Río Motagua en el clima **semicálido semiseco,** en el tipo de relieve vallecito del paisaje de montaña fallada o de convergencia volcano-erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7–12%), erosión ligera; los suelos se han originado a partir de depósitos aluvio-coluviales.

Son muy profundos, bien drenados; texturas medias sobre gruesas; saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente alcalino, materia orgánica media y fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 55% de la superficie está ocupada por vegetación arbustiva baja; el 20% por ríos; 15% por arenales y playas; 9% por granos básicos (maíz y frijol) y el 1% por pastos naturales (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son pendientes moderadamente inclinadas, texturas contrastantes (medias sobre gruesas), erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semicálido y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, sorgo); hortalizas adaptadas al clima, como sandía, melón, pepino, ayote, chilacayote, güisquiles, berenjena y otros. Además, para otros cultivos como el jocote, rosa de jamaica, tamarindo, maracuyá, cultivo de loroco y otros. Asimismo, posee aptitud para el establecimiento de actividades ganaderas.

Debe aplicarse moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica, siembra de cultivos al contorno y barreras vivas. Elaborar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, con esto se reduce la escorrentía y se mejora la infiltración de agua en el perfil y debe promoverse la retención de humedad en el invierno, con la construcción de reservorios y aguadas.

Establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo para no destruir la estructura del horizonte superficial. Incorporar materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. Para las actividades ganaderas utilizar razas genéticamente mejoradas, pastos mejorados, moderada carga animal por área y oportuna rotación de potreros, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, necesita Nitrógeno y los micronutrientes Cobre y Zinc, las dosis deberán establecerse según análisis de suelos en finca. Necesitan riego por aspersión o goteo, aplicar láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes.

5.3.3.3 Subclase por limitaciones de suelo (IIIs)

Esta subclase posee limitaciones por suelo, presenta los grupo de manejo IIIs-1, IIIs-2, IIIs-3, IIIs-4, IIIs-5, IIIs-6 y IIIs-7.

5.3.3.3.1 Grupo de manejo IIIs-1

Posee un área de 21 ha, corresponde a la fase **MSLb1** de la Consociación Castilla; el clima es **semifrío húmedo**, en el tipo de relieve glacís, del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente inclinadas (3–7%), erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas moderadamente gruesas; saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido, materia orgánica media, moderada retención de fosfatos, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 69% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol) y el 31% restante, por bosque mixto (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son texturas moderadamente gruesas; moderada retención de fosfatos; pendientes ligeramente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros) y cultivo de hortalizas con especies como acelga, repollo, coles, arveja china, ejote, minivegetales, brócoli, cebolla, ajo, tomate y chile entre otros. Otros cultivos posibles: fresa, mora, aguacate hass, frutales deciduos, flores y follajes, entre otros. A su vez tiene aptitud para el establecimiento de actividades ganaderas.

Deben aplicarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para disminuir la erosión hídrica, para ello sembrar siguiendo las curvas a nivel e implementar barreras vivas. Realizar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, con el fin de aumentar la humedad aprovechable en el perfil. Establecer cortinas rompevientos para evitar erosión eólica. Si es necesario arar, debe realizarse una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Agregar materia orgánica, mediante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos. En la ganadería, trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas, establecer cercas vivas, pastos cultivados y pastos de corte, diseñar potreros de tamaño reducido, establecer una adecuada carga por hectárea y evitar el sobrepastoreo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, como micronutrientes Cobre y Zinc, dosis según análisis de suelos en finca. Debido a la moderada retención fosfórica aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos al área radicular. Debe regarse con láminas de moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes por medio de aspersión y goteo.

5.3.3.3.2 Grupo de manejo IIIs-2

Tiene un área de 653 ha; corresponde a las fases de suelos **AQHb1** de la Consociación Mindanao y **MQWb1** de la Consociación Chuaxán, en el clima **templado subhúmedo**, ubicado en los tipo de relieve terraza del paisaje altiplano hidro-volcánico y mesa del paisaje montaña volcano-erosional; con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%) y con erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez).

Son suelos moderadamente profundos con drenaje moderado y bueno; texturas finas; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica baja y media, fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 40% de su superficie está ocupada por áreas urbanas; el 25% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 13% por bosque mixto; el 10% por hortalizas; el 4% por el cultivo de tomate; el 4% por pastos naturales; el 4% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son texturas finas, pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como zanahoria, berenjena,

tomate, chile, pepino, espárragos y cebolla, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, pacayas, aguacate hass, higo, macadamia, pacaya, caña para panela. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones de ornamentales (flores y follajes) y hoja de mashan, así como para establecer actividades ganaderas.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Para minimizar los efectos de la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales y/o café; si es necesario arar, debe realizarse una mínima labranza para no afectar la estructura de los agregados del suelo y dejar el suelo cubierto con restos vegetales. La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas y químicas, para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química, se recomienda aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y el micronutriente Zinc; las dosis a utilizar según análisis de suelo en finca. Necesitan riego, aplicar láminas con altos volúmenes y aplicaciones espaciadas, mediante aspersión o goteo.

5.3.3.3.3 Grupo de manejo IIIs-3

Posee un área de 1,388 ha. La fase es **FQAb1** de la Consociación Amatitlán en el clima **templado subhúmedo**, ubicado en un tipo de relieve de abanico aluvial del paisaje planicie fluvio-lacustre; con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%), erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de tefras (pómez) y lodos.

Son suelos moderadamente superficiales; con drenaje moderado; texturas moderadamente gruesas; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica media; fertilidad natural alta.

Las limitantes que presenta son texturas moderadamente gruesas; suelos moderadamente superficiales; pendientes ligeramente inclinadas; erosión ligera; deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 54% de la superficie está ocupado por áreas urbanas; el 14% por el cultivo de tomate; 10% por el cultivo de café bajo sombra; el 6% por pastos naturales; el 5% por pastos cultivados; el 5% por vegetación arbustiva baja; el 3% por granos básicos (maíz y frijol); el 3% por otros cultivos (DIGEGR, 2010).

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como lechuga, zanahoria, berenjena, tomate, chile, espárragos y cebolla, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, aguacate hass, higo, macadamia, pacaya, caña para panela. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones de ornamentales (flores y follajes) y hoja de mashan, así como para establecer actividades ganaderas.

Como prácticas de manejo se recomienda aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, ya que con esto se reduce la escorrentía superficial y se mejora la infiltración del agua en el perfil. Implementar el uso de cortinas rompevientos para reducir el efecto de erosión eólica. Si es necesario arar, se recomienda el laboreo mínimo para no afectar la estructura de los horizontes superficiales y dejar el suelo cubierto con restos vegetales. En estos suelos debe incorporarse materia orgánica: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. En las actividades ganaderas debe trabajarse con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos, establecer una correcta carga animal y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química, se recomienda aplicar Nitrógeno y Fósforo, y los micronutrientes Cobre y Zinc; las dosis a utilizar según análisis de suelo en finca. Necesitan riego, aplicar láminas con moderados volúmenes y aplicaciones frecuentes, mediante aspersión o goteo.

5.3.3.3.4 Grupo de manejo IIIs-4

Ocupa un área de 403 ha; incluye la fase **ABGb1** de la Consociación Jocotillo, en el clima **templado húmedo**, en el tipo de relieve terraza del paisaje de altiplano hidro-volcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3 al 7%) y con erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez).

Son suelos moderadamente superficiales, bien drenados; texturas medias sobre finas; saturación de bases baja y capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido; materia orgánica alta; alta retención de fosfatos; fertilidad natural alta.

Las limitantes que presenta son texturas contrastantes (medias sobre finas); alta retención de fosfatos; pendientes ligeramente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 46% de la superficie está ocupada por el cultivo de café; el 45% por pastos cultivados; 5% por bosque latifoliado; 2% granos básicos; 1% hortalizas; 1% áreas urbanas (DIGEGR, 2010).

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como tomate, chile, cebolla, lechuga, espárragos y zanahoria, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, pacayas, macadamia, granada, aguacate hass y el cultivo de piña. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan, así como para establecer explotaciones ganaderas.

Respecto al manejo de estos suelos, debe aplicarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, para ello sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel; realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos para contrarrestar la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo para no destruir la estructura del suelo. Mantener el nivel de materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente

mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, y el micronutriente Cobre, las dosis deberán establecerse con base en análisis de suelos en finca. Debido a la retención de fosfatos aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta cerca de las raíces. Debe regarse, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes.

5.3.3.3.5 Grupo de manejo IIIs-5

Posee un área de 208 ha. Las fases que lo forman son **ABLb1** de la Consociación Las Flores; **MQTb1** de la Consociación La Piedrona, en los climas **templado húmedo y templado subhúmedo,** en los tipos de relieve vallecito del paisaje de altiplano hidro-volcánico y glacís del paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente inclinadas (3–7%), con erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de depósitos aluvio coluviales y depósitos coluvio aluviales.

Son suelos moderadamente profundos con pocos fragmentos de roca en el perfil, bien drenados; texturas medias; saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta; pH moderadamente ácido a neutro; materia orgánica media; fertilidad natural alta y muy alta.

Las limitantes que presenta son pocos fragmentos de roca en el perfil; pendientes ligeramente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 62% de la superficie está ocupada por áreas urbanas; 10% por pastos naturales; 8% granos básicos; 8% hortalizas; 5% pastos cultivados; 3% cultivo del café; 2% arbustos y 2% bosque mixto (DIGEGR, 2010).

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como tomate, chile, cebolla, lechuga, espárragos y zanahoria, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, pacayas, macadamia, granada, aguacate hass, otros. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan, así como para establecer explotaciones ganaderas.

Respecto al manejo de estos suelos, debe aplicarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, para ello sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel; realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos para contrarrestar la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo por los fragmentos de roca en el perfil. Incorporar materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y el micronutriente Zinc, las dosis deberán establecerse con base en análisis de suelos en finca. Debe regarse, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes.

5.3.3.3.6 Grupo de manejo IIIs-6

Tiene un área de 76 ha. La fase que lo forma **MQUb1** de la Consociación Playa Linda, en el clima **templado subhúmedo,** en el tipo de relieve glacís del paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente inclinadas (3–7%), erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de depósitos coluvio aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; pocos fragmentos de roca en el perfil; saturación de bases media y capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica alta; alta retención de fosfatos y fertilidad natural alta.

Las limitantes son pocos fragmentos de roca en el perfil; alta retención de fosfatos; pendientes ligeramente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 98% de la superficie está ocupada por el cultivo de café; 2% por otros usos (DIGEGR, 2010).

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como tomate, chile, cebolla, lechuga, espárragos y zanahoria, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, pacayas, macadamia, granada, aguacate hass, otros. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan, así como para establecer explotaciones ganaderas.

Respecto al manejo de estos suelos, debe aplicarse moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para minimizar la erosión hídrica, para ello sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel; realizar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos para contrarrestar la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo por los fragmentos de roca en el perfil. Mantener el nivel de materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y los micronutrientes Cobre y Zinc, las dosis deberán establecerse con base en análisis de suelos en finca. Agregar fertilizantes fosforados de liberación lenta cercanos a las raíces. Debe regarse, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes.

5.3.3.3.7 Grupo de manejo IIIs-7

Tiene un área de 1,059 ha. Está conformado por las fases **FPBa1** y **FPBb1** de la Consociación Brisas del Valle y **FPCb1** de la Consociación Santa Teresa; en el clima **semicálido subhúmedo**, ubicada en el tipo de relieve abanico aluvial del paisaje planicie fluvio-lacustre; en pendientes ligeramente planas (0-3%) a ligeramente inclinadas (3–7%), con erosión ligera. Los suelos se han originado a partir de tefras (pómez) y lodos.

Son profundos, bien drenados; texturas medias; pocos fragmentos de roca en el perfil; saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica alta y fertilidad natural alta.

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son pocos fragmentos de roca en el perfil; pendientes ligeramente planas a inclinadas; erosión ligera; deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 37% de la superficie está ocupada por el cultivo del café; 32% por caña de azúcar; 17% áreas urbanas; 6% hortalizas; 4% pastos cultivados; 1% bosque latifoliado y el restante 2% por arbustos (DIGEGR, 2010).

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semicálido y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, sorgo); hortalizas adaptadas al clima, como sandía, melón, pepino, ayote, chilacayote, güisquiles, berenjena y otros. Además, para otros cultivos como el café bajo sombra, pacaya, bambú, jocote, rosa de jamaica, tamarindo, maracuyá, cultivo de loroco, caña de azúcar y otros. Asimismo, posee aptitud para el establecimiento de actividades ganaderas.

Debe aplicarse moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica, siembra de cultivos al contorno y barreras vivas. Elaborar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, con esto se reduce la escorrentía y se mejora la infiltración de agua en el perfil y debe promoverse la retención de humedad en el invierno, con la construcción de reservorios y aguadas.

Establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica. Si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo para no destruir la estructura del horizonte superficial y por la presencia de fragmentos de roca. Mantener los niveles de materia orgánica, utilizando abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, restos de cosecha y abonos orgánicos. Para las actividades ganaderas utilizar razas genéticamente mejoradas, pastos mejorados, moderada carga animal por área y oportuna rotación de potreros, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, necesita Nitrógeno, Fósforo y Potasio; asimismo, los micronutrientes Cobre y Zinc, las dosis deberán establecerse según análisis de suelos en finca. Necesitan riego por aspersión o goteo, aplicar láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes.

5.3.4 Tierras de la clase IV

Esta clase ocupa una superficie de 34,163 ha que representan el 15.50% del total de la superficie departamental) y se encuentran a inmediaciones de los municipios de Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San Miguel Petapa, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva.

Las tierras de esta clase de capacidad de uso son agrícolas y poseen fuertes limitaciones para su uso en cultivos intensivos por lo que requieren cuidadosas prácticas de manejo para la conservación del recurso. Además, pueden utilizarse en pasturas mejoradas (ganadería), especies perennes y plantaciones diversas. (Figura 5.5).

Las subclases determinadas en esta clase son: IVp; IVpe; IVpes; IVps; IVe; IVes y IVs. Se describen a continuación:

5.3.4.1 Subclase por limitaciones de pendiente (IVp)

Esta subclase posee limitaciones por pendiente, presenta los grupo de manejo IVp-1, IVp-2, IVp-3, IVp-4, IVp-5 y IVp-6.



Figura 5.5 Clase IV de capacidad de uso de la tierra, en clima templado subhúmedo, con pendiente de 12 a 25%, en lomas del paisaje de montaña volcano – erosional; cultivadas intensivamente con granos básicos, hortalizas y banano, municipio de Amatitlán (Foto: W. González, 2011).

5.3.4.1.1 Grupo de manejo IVp-1

Tiene un área de 2,927 ha. Está conformado por las fases **ASAd1** de la Consociación El Manzanillo; **MSGd1** de la Consociación San Francisco; **MSKd1** de la Consociación El Perotal; **MSHd1** de la Consociación Temastepeque; **MSId1** de la Consociación Monterrico; **MSLd y MSLd1** de la Consociación Castilla. Ubicadas en el tipo de relieve lomas de los paisajes altiplano hidro-volcánico y montaña volcano-erosional y en el tipo de relieve glacis del paisaje montaña volcano erosional. En el clima **semifrío húmedo**, con pendientes fuertemente inclinadas (12 – 25%), erosión ligera. Los suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), depósitos coluvio-aluviales y tobas e ignimbritas.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases baja a alta; capacidad de intercambio de cationes media a alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica alta; moderada a alta retención de fosfatos; fertilidad natural alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 26% de su superficie está ocupada por bosque mixto; el 16% por flores y follajes; el 8% por granos básicos (maíz, frijol); el 5% por pastos; el 5% por hortalizas; el 3% por bosque latifoliado; el 2% por plantaciones de coníferas; el 1% por el cultivo de aguacate;

el 1% por vegetación arbustiva baja y el 33% restante, por tejido urbano (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas; moderada a alta retención de fosfatos, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío, posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); cultivo de hortalizas con especies como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, coliflor, repollo, tomate, chile, cebolla, otros. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de aguacate hass, frutales deciduos, níspero, fresas y moras, plantaciones ornamentales (flores y follajes); así como para el establecimiento de actividades ganaderas.

Para el manejo de estas tierras, deben implementarse fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, implementar barreras vivas y acequias de ladera con gramíneas en la parte superior; asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Para minimizar los daños provocados por la erosión eólica, establecer barreras rompevientos. Estos suelos no se deberían mecanizar, si es necesario arar, realizar una labranza mínima para mantener la estructura del suelo. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con restos vegetales. Mantener los niveles de materia orgánica para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, esto realizarlo con abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo y micronutrientes (Cobre y Zinc), con dosis según análisis de suelos en finca. Por la retención fosfórica que presentan los suelos debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes.

5.3.4.1.2 Grupo de manejo IVp-2

Tiene un área de 1,687 ha. Está conformado por las fases **ABDd1** de la Consociación Agua Tibia; **MBEd1** de la Consociación El Sombrerito; **MBHd1** de la Consociación Las Escobas; **MBId1** de la Consociación Pulté; **MBKd1** de la Consociación Lourdes; **MQLd1** de la Consociación Villa Canales; **MQÑd1**de la Consociación Las Victorias; **MQSd1** de la Consociación San Juan. Está ubicado en los climas **templado húmedo y subhúmedo**, en el tipo de relieve de abanico-terraza del paisaje altiplano hidro-volcánico y en glacís del paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25%) y erosión ligera. Estos suelos se han originado de los siguientes materiales parentales: lodos, tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas; calizas y depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y alta. Fertilidad natural alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 28% de la superficie, está ocupada áreas urbanas; el 17% por bosque mixto; 14% por el cultivo de café; 12% por vegetación arbustiva baja; 11% por el cultivo

de granos básicos (maíz, frijol, otros); el 8% por hortalizas; 5% por pastos naturales; el 2% por el cultivo de tomate; 3% por otros cultivos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado; posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como tomate, chile, lechuga, cebolla, cucurbitáceas, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse con diferentes ciclos de producción son el cultivo del café bajo sombra, cultivo de pacaya, el cultivo de bambú, aguacate hass y otros. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes); así como para las actividades ganaderas.

Para la adecuada utilización de estas tierras, debe implementarse fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, implementar barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración; asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Para minimizar los daños provocados por la erosión eólica, establecer barreras rompevientos. Estos suelos no se deberían mecanizar, si es necesario arar, realizar una labranza mínima para mantener la estructura del suelo. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con restos vegetales. Aplicar materia orgánica para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas, esto realizarlo con abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos con razas mejoradas, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, construir reservorios y aguadas; evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo y micronutrientes (Cobre y Zinc), con dosis según análisis de suelos en finca. Aplicar riego por goteo o aspersión, aplicar láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes.

5.3.4.1.3 Grupo de manejo IVp-3

El grupo tiene una extensión de 3,162 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **MBFd1** de la Consociación Santa Isabel; **MQNd1** de la Consociación El Pepinal, **MQUd1** de la Consociación Playa Linda y **MQVd1** de la Consociación Los Paternales. Se encuentra en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo**, se localiza en los tipos de relieve lomas y glacis del paisaje de montaña volcano-erosional. Posee pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera. Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez) y depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica media y alta; moderada y alta retención de fosfatos, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 39% está cubierto por el cultivo del café; el 16%

por tejido urbano discontinuo; el 11 por granos básicos (maíz y frijol); 10% por pastos naturales; el 7% bosque mixto; el 6% por arbustos; el 4% por pastos cultivados; el 2% por hortalizas y 5% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas; moderada a alta retención de fosfatos, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado; posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el cultivo de hortalizas con especies como cebolla, tomate, chile, pepino, ayote, chilacayote, güicoy, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse y con diferentes ciclos de producción son el café bajo sombra, el cultivo de pacaya y bambú, el aguacate hass, otros. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes); así como para establecer actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no deberían mecanizarse, si es necesario arar, se recomienda un laboreo mínimo y procurar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con material vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química se recomienda aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio; y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis de aplicación dependerán de los análisis de suelos en finca. Por la retención fosfórica que presentan es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Estos suelos necesitan riego por aspersión o goteo; aplicar láminas de moderado volumen y con aplicaciones frecuentes.

5.3.4.1.4 Grupo de manejo IVp-4

Abarca una extensión de 8,471 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **ABBd1** de la Consociación Arrazola; **AQBd** y **AQBd1** de la Consociación Ojo de Agua; **AQDd1** de la Consociación Pamocá; está ubicado en los **climas templado húmedo y templado subhúmedo.** Se localiza en el tipo de relieve lomas del paisaje altiplano hidro-volcánico, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera. Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita.

Son suelos moderadamente profundos; bien drenados; texturas finas; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido y neutro; materia orgánica baja a alta; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 43% de su superficie está cubierto por tejido

urbano; el 11% se encuentra cultivada por café bajo sombra; el 10% por bosque mixto; el 9% por pastos naturales; 8% por granos básicos (maíz y frijol); el 7 % por arbustos; 2% por árboles dispersos; 1% por el cultivo de tomate; el 9% por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas; texturas finas; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de hortalizas como cebolla, tomate y chile, cucurbitáceas, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse con diferentes ciclos de producción, son el café bajo sombra, cultivo de pacaya y bambú, aguacate hass y otros. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes); así como para establecer actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no deberían mecanizarse, si es necesario arar, se recomienda un laboreo mínimo y procurar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con material vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química se recomienda aplicar Nitrógeno y Fósforo; las dosis de aplicación dependerán de los análisis de suelos en finca. Estos suelos necesitan riego por aspersión o goteo; aplicar láminas de alto volumen y con aplicaciones espaciadas en el tiempo.

5.3.4.1.5 Grupo de manejo IVp-5

Abarca una extensión de 1,550 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **AQCd1** de la Consociación Monte Bello; **AQEd1** de la Consociación Lo de Boc; **AQJd1** de la Consociación El Farito; **MQPd1** de la Consociación Los Cubes y **MQTd1** de la Consociación La Piedrona; está ubicado en el **clima templado subhúmedo.** Se localiza en los tipos de relieve lomas y glacis del paisaje altiplano hidrovolcánico; en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera. Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita, depósitos coluvio-aluviales, tobas e ignimbritas y depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos moderadamente superficiales y moderadamente profundos; con drenaje bueno y moderado; texturas medias; saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido y neutro; materia orgánica baja a media; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; fertilidad natural media a muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 18% de su superficie está cubierto por café;

el 17% por bosque mixto; 17% por vegetación arbustiva baja; el 14% por granos básicos; el 10% por áreas urbanas; el 8% por otras hortalizas; el 7% por pastos naturales; el 3% por bosque latifoliado; 3% por flores y follajes, el 3% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes son pendientes fuertemente inclinadas; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de hortalizas como cebolla, tomate y chile, cucurbitáceas, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse con diferentes ciclos de producción son el café bajo sombra, cultivo de pacaya y bambú, aguacate hass y otros. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes); así como para establecer actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no deberían mecanizarse por los fragmentos de roca en el perfil. Procurar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con material vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química se recomienda aplicar Nitrógeno, Fósforo; y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis de aplicación dependerán de los análisis de suelos en finca. Estos suelos necesitan riego por aspersión o goteo; aplicar láminas de moderado volumen y con aplicaciones frecuentes.

5.3.4.1.6 Grupo de manejo IVp-6

Abarca una extensión de 174 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase **MBJd1** de la Consociación Veraminas; está ubicado en el **clima templado húmedo.** Se localiza en el tipo de relieve lomas del paisaje montaña volcano erosional; en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera. Los suelos se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas.

Son suelos moderadamente superficiales; bien drenados; texturas finas; saturación de bases alta y capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido y neutro; materia orgánica alta; moderada retención de fosfatos y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 35% de su superficie está cubierto por granos básicos; el 15% por vegetación arbustiva baja; el 15% por el cultivo de piña; 13% por el cultivo de café bajo sombra; 11% por bosque mixto; el 10% por árboles dispersos; el 1% por áreas urbanas (DIGEGR, 2010).

Las limitantes son pendientes fuertemente inclinadas; moderada retención de fosfatos; texturas finas; erosión

ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de hortalizas como cebolla, tomate, chile, lechuga, berenjenas, cucurbitáceas, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse con diferentes ciclos de producción son el café bajo sombra, cultivo de pacaya y bambú, aguacate hass, plantaciones de piña y otros. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes); así como para establecer actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no deberían mecanizarse, si es necesario arar, realizar un laboreo mínimo y procurar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con material vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química se recomienda aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio; y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis de aplicación dependerán de los análisis de suelos en finca. Por la retención fosfórica que presentan es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Estos suelos necesitan riego por aspersión o goteo; aplicar láminas de alto volumen y con aplicaciones espaciadas en el tiempo.

5.3.4.2. Subclase por limitaciones de pendiente y erosión (IVpe)

Esta subclase posee limitaciones por pendiente y erosión, presenta los grupo de manejo IVpe-1, IVpe-2, IVpe-3 y IVpe-4.

5.3.4.2.1 Grupo de manejo IVpe-1

Abarca una extensión de 52 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **MSGd2** de la Consociación San Francisco y **MSLd2** de la Consociación Castilla, localizadas en los tipos de relieve lomas y glacis de montaña volcano-erosional. Se ubica en el clima **semifrío húmedo**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de los siguientes materiales parentales: tefras (cenizas volcánicas y pómez) y depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados, texturas medias; saturación de bases baja y media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido y neutro; materia orgánica media y alta; retención fosfórica de moderada y alta y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 63% está cubierto por el cultivo de hortalizas; el 29% por pastos y el 8% por bosque mixto (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son pendientes fuertemente inclinadas; erosión moderada; retención de fosfatos moderada y alta; deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como arveja china, ejote, minivegetales, brócoli, coles, acelga, rábano, repollo, remolacha, zanahoria, lechuga, cebolla, entre otros. Otros cultivos con diferentes ciclos de producción son el cultivo de fresa, mora, arándanos, frutales deciduos, aguacate hass y plantas ornamentales (flores de corte y follaje), entre otros. Asimismo, tiene aptitud para actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no deberían mecanizarse, si es necesario arar, se recomienda un laboreo mínimo y procurar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con material vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, los micronutrientes Cobre y Zinc, calcular la dosis con base a análisis locales de suelos en finca. Por la retención fosfórica que presentan estos suelos, adicionar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, aplicarlos cercano a las raíces. Necesitan riego por aspersión o goteo, aplicar láminas con moderados volúmenes de agua en aplicaciones frecuentes.

5.3.4.2.2 Grupo de manejo IVpe-2

Abarca un área de 1,200 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **ABBd2** de la Consociación Arrazola; **AQBd2** de la Consociación Ojo de Agua; **AQDd2** de la Consociación Pamocá. Se localiza en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo,** localizadas en el tipo de relieve lomas del paisaje altiplano hidrovolcánico, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); cuarzomonzonita y granodiorita.

Son suelos moderadamente profundos, bien drenados; texturas finas; saturación de bases baja a media; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica media y alta; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 37% está cubierto por tejido urbano; 21% por bosque mixto; 13% por pastos naturales; 11% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 11% por vegetación arbustiva baja; el 4% por el cultivo de café; el 3% por el cultivo de hortalizas (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada; texturas finas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como pepino, tomate, chile y cebolla, ayote, chilacayote y güicoy, entre otros. Asimismo, tiene aptitud para otros cultivos de diferentes ciclos de producción como el cultivo de café bajo sombra, aguacate hass, pacaya; cultivo de bambú; plantas ornamentales (flores de corte y follaje), entre otros. Además tiene aptitud para las actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no deberían mecanizarse, si es necesario arar, se recomienda un laboreo mínimo y procurar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con material vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química debe aplicarse Nitrógeno, Fósforo y el micronutriente Cobre; las dosis deben establecerse con base a análisis de suelos en finca. Estos suelos necesitan riego en la época seca, aplicar láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo, por goteo o aspersión.

5.3.4.2.3 Grupo de manejo IVpe-3

Abarca un área de 169 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **MQNd2** de la Consociación El Pepinal y **MQVd2** de la Consociación Los Paternales. Se ubica en el clima **templado subhúmedo,** localizado en el tipo de relieve lomas y glacis del paisaje montaña volcano erosional, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez) y depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro a ligeramente alcalino; materia orgánica media; moderada retención de fosfatos y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 35% está cubierto por vegetación arbustiva baja; el 33% el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 26% por el cultivo de café; el 6% por tejido urbano (DIGEGR, 2010).

Las limitantes son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada; moderada retención de fosfatos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para

el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como pepino, tomate, chile y cebolla, ayote, chilacayote y güicoy, entre otros. Asimismo, tiene aptitud para otros cultivos de diferentes ciclos de producción como el cultivo de café bajo sombra, aguacate hass, pacaya; cultivo de bambú; plantas ornamentales (flores de corte y follaje), entre otros. Además tiene aptitud para las actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no deberían mecanizarse, si es necesario arar, se recomienda un laboreo mínimo y procurar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con material vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química debe aplicarse Nitrógeno, Fósforo y el micronutriente Cobre; las dosis deben establecerse con base a análisis de suelos en finca. Estos suelos necesitan riego en la época seca, aplicar láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes, por goteo o aspersión.

5.3.4.2.4 Grupo de manejo IVpe-4

Tiene un área de 556 ha. Está conformado por las fases **ABJd2** de la Consociación El Potrerón; **AQAd2** de la Consociación Cerro El Naranjo; **MBHd2** de la Consociación Las Escobas; **MBKd2** de la Consociación Lourdes; **MPCdp2** de la Consociación Santa Anita; **MQLd2** de la Consociación Villa Canales y **MQSd2** de la Consociación San Juan. Se ubican en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo,** localizado en los tipos de relieve lomas y glacis del paisaje montaña volcano-erosional; y terraza y domo del paisaje altiplano hidrovolcánico. En pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tobas e ignimbritas, depósitos coluvio aluviales y calizas.

Son suelos moderadamente profundos y profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica media y alta; fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 30% está cubierto por el cultivo de café; 19% por el cultivo de piña; 15% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); 12% por pastos naturales; 7% por áreas urbanas; 6% por vegetación arbustiva baja; el 4% por pastos cultivados; 4% por otros cultivos; 3% por bosque mixto (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para

el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como pepino, tomate, chile y cebolla, ayote, chilacayote y güicoy, entre otros. Asimismo, tiene aptitud para otros cultivos de diferentes ciclos de producción como el cultivo de café bajo sombra, aguacate hass, pacaya; cultivo de bambú; plantas ornamentales (flores de corte y follaje), cultivo de piña, entre otros. Además tiene aptitud para las actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no deberían mecanizarse, si es necesario arar, se recomienda un laboreo mínimo y procurar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo el suelo cubierto con material vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química debe aplicarse Nitrógeno, Fósforo y el micronutriente Cobre y Zinc; las dosis deben establecerse con base a análisis de suelos en finca. Estos suelos necesitan riego en la época seca, aplicar láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes por goteo o aspersión.

5.3.4.3 Subclase por pendiente, erosión y suelo (IVpes)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente, la erosión y el suelo, está integrada por los grupos de manejo IVpes-1; IVpes-2; IVpes-3; IVpes-4, IVpes-5 y IVpes-6.

5.3.4.3.1 Grupo de manejo IVpes-1

Abarca un área de 51 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos **MSLdp2** de la Consociación Castilla localizada en el tipo de relieve glacís del paisaje montaña volcano-erosional. Se encuentra en clima **semifrío húmedo**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica media; moderada retención de fosfatos; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras, indica que el 98% está ocupado por hortalizas; el 0.9% por vegetación arbustiva baja; el 0.8% por plantaciones de coníferas y el restante 0.3%, por tejido urbano discontinuo (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, mediana pedregosidad superficial; moderada retención de fosfatos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío tales como granos básicos (maíz y frijol); el cultivo de hortalizas como arveja china, ejotes, minivegetales, brócoli, miltomate, tomate, chile, cebolla, ajo, lechuga, ayote, repollo, güicoy, coliflor, remolacha, güisquil, otros. Otros cultivos posibles con diferentes ciclos de producción son el cultivo de fresa, mora, arándanos, frutales deciduos, plantaciones de aguacate hass, plantas ornamentales (flores y follajes), entre otros. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a los fragmentos presentes en el perfil y a la pedregosidad superficial, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal, esta cobertura también ayuda a mantener la humedad del suelo.

Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es necesario construir reservorios de agua para la época seca.

Respecto a la fertilización química, necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo y micronutrientes (Cobre, Zinc); las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Debido a que presentan valores moderados de retención fosfórica en los primeros horizontes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con volúmenes medios de agua y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.3.2 Grupo de manejo IVpes-2

Abarca un área de 143 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **MQPdp2** de la Consociación Los Cubes; **XQEdp2** de la Consociación Joya Linda. Está localizado en el tipo de relieve lomas de los paisajes montaña volcano-erosional y montaña fallada o de convergencia erosional. Se ubica en el clima **templado subhúmedo**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas.

Son suelos moderadamente superficiales a moderadamente profundos; drenaje moderado; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes media; pH moderadamente ácido a neutro; materia orgánica baja; pocos fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 59% está ocupado por vegetación arbustiva baja; 17% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 16% por hortalizas; el 8% por arboles dispersos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, mediana pedregosidad superficial, pocos fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, tales como granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como tomate, chile, zanahoria, lechuga, rábano, apio, ayote, remolacha, miltomate, puerro, cebolla, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son el café bajo sombra; plantaciones de pacaya y bambú; plantaciones de aguacate hass, ornamentales (flores y follajes). Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a los fragmentos presentes en superficie y en el perfil del suelo, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal, esta cobertura también ayuda a mantener la humedad del suelo.

Debe incorporarse materia orgánica para mejorar su estructura y sus condiciones físicas, químicas y biológicas, para ello aplicar abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilización química, se necesita elementos mayores tales como el Nitrógeno y Fósforo y micronutrientes (Cobre y Zinc); las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Necesita riego, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.3.3 Grupo de manejo IVpes-3

Abarca un área de 47 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos **MQVdp2** de la Consociación Los Paternales, localizada en el tipo de relieve glacís del paisaje de montaña volcano-erosional. Se ubica en el clima **templado subhúmedo**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos coluvio aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica media; pocos fragmentos de roca en el perfil; moderada retención de fosfatos y fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 90% está ocupado por pastos naturales y el 10% por vegetación arbustiva baja (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, mediana pedregosidad superficial; moderada retención de fosfatos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, tales como granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como tomate, chile, zanahoria, lechuga, rábano, apio, ayote,

remolacha, miltomate, puerro, cebolla, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son el café bajo sombra; plantaciones de pacaya y bambú; plantaciones de aguacate hass, ornamentales (flores y follajes). Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a la pedregosidad presente en superficie, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal, esta cobertura también ayuda a mantener la humedad del suelo.

Debe incorporarse materia orgánica para mejorar su estructura y sus condiciones físicas, químicas y biológicas, para ello aplicar abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilización química, se necesita elementos mayores tales como el Nitrógeno y Fósforo y micronutrientes (Cobre); las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Debido a que presentan valores moderados de retención fosfórica en los primeros horizontes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con volúmenes medios de agua y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.3.4 Grupo de manejo IVpes-4

Abarca un área de 205 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **XQId2 y XQIdp2** de la Consociación Los Tezenes, ubicadas en el tipo de relieve glacís del paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional. Se ubica en el clima **templado subhúmedo**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos coluvio aluviales.

Son suelos moderadamente superficiales, bien drenados; texturas finas sobre esqueléticas medias; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica baja; frecuentes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 64% está ocupado por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 17% por vegetación arbustiva baja; el 14% por pastos naturales; 5% por bosque mixto (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, frecuentes fragmentos de roca en el perfil; texturas contrastantes (finas sobre esqueléticas medias) y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, tales como granos

básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como tomate, chile, zanahoria, lechuga, rábano, apio, ayote, remolacha, miltomate, puerro, cebolla, entre otros. Otros cultivos posibles, con distintos ciclos de producción, son el café bajo sombra; plantaciones de pacaya y bambú; plantaciones de aguacate hass, ornamentales (flores y follajes). Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y pozos de infiltración. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a los fragmentos de roca en el perfil, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal, esta cobertura también ayuda a mantener la humedad del suelo.

Debe incorporarse materia orgánica para mejorar su estructura y sus condiciones físicas, químicas y biológicas, para ello aplicar abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilización química, se necesita elementos mayores tales como el Nitrógeno y Fósforo y micronutrientes (Cobre y Zinc); las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con altos volúmenes agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.3.5 Grupo de manejo IVpes-5

Abarca un área de 130 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos **MPDdp2** de la Consociación el Cacao, localizada en el tipo de relieve de lomas, del paisaje de montaña volcano-erosional. Se encuentra en el clima **semicálido subhúmedo**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas.

Son suelos moderadamente superficiales, bien drenados; texturas finas; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes media; pH neutro; materia orgánica alta; presenta alta retención de fosfatos, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 56% está ocupado por pastos naturales; el 41% al cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 3% al cultivo de café (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada; mediana pedregosidad superficial; alta retención de fosfatos, texturas finas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semicálido, tales como granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como sandía, melón, ayote, lechuga, pepino, berenjena, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción, son plantaciones de cítricos (lima, limón,

naranja y mandarina), higo, tamarindo, maracuyá, caña para panela, pacaya y cultivo de bambú. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación suelos y aguas, sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas, con esto se busca reducir la escorrentía superficial y mejorar la infiltración del agua en el suelo. La pedregosidad superficial puede servir para establecer barreras muertas.

En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar por la pedregosidad en superficie y debe dejarse el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita elementos mayores tales como el Nitrógeno y Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca; debido a la retención de fosfatos aplicar fuentes fosforadas de liberación lenta y cercana a las raíces. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con altos volúmenes de agua y con aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.3.6 Grupo de manejo IVpes-6

Abarca un área de 81 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase **XPCdp2** de la Consociación La Cumbre, ubicada en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional. Se encuentra en el clima **semicálido subhúmedo**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de areniscas, lutitas y lodolitas.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido; materia orgánica media; frecuentes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 64% está ocupado por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 21% bosque latifoliado; 9% por arboles dispersos; 6% por vegetación arbustiva baja (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada; mediana pedregosidad superficial; frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semicálido, tales como granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como sandía, melón, ayote, lechuga, pepino, berenjena, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción, son plantaciones de cítricos (lima, limón, naranja y mandarina), higo, tamarindo, maracuyá, caña para panela, pacaya y cultivo de bambú. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación suelos y aguas, sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas, con esto se busca reducir la escorrentía superficial y mejorar la infiltración del agua en el suelo. La pedregosidad superficial puede servir para establecer barreras muertas.

En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar por la pedregosidad en superficie y fragmentos de roca en el perfil y debe dejarse el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita elementos mayores tales como el Nitrógeno y Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y con aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.4 Subclase por pendiente y suelo (IVps)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente y el suelo. Se compone de los grupos de manejo IVps-1, IVps-2, IVps-3, IVps-4, IVps-5.

5.3.4.4.1 Grupo de manejo IVps-1

Abarca una extensión de 12 ha. Está conformado por la fase de suelos **MSLdp1** de la Consociación Castilla, que se ubica en el tipo de relieve glacís del paisaje de montaña volcano-erosional. Se localiza en el clima **semifrío húmedo,** con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera. Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido; contenido de materia orgánica media; moderada retención de fosfatos, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 97% está ocupado por hortalizas y el 3% por bosque mixto (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones generales por pendientes fuertemente inclinadas; mediana pedregosidad superficial; moderada retención de fosfatos; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío, tales como granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas con especies como: arveja china, ejote, minivegetales, brócoli, repollo, rábano, remolacha, tomate, chiles, cebolla, coliflor, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son el cultivo de la fresa, mora, arándanos, aguacate hass, frutales deciduos, ornamentales (flores y follajes). Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Para su utilización es necesario establecer fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a la pedregosidad superficial, si fuera necesario arar, se recomienda una labranza mínima, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal, esta cobertura también ayuda a mantener la humedad del suelo.

Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: aplicar abonos orgánicos, abonos verdes procedentes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan hatos genéticamente mejorados, pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es necesario construir reservorios de agua para la época seca.

Respecto a la fertilización química, necesitan los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo y micronutrientes (Cobre, Zinc), calcular las dosis con base a análisis de suelos en finca. Debido a que presentan valores moderados de retención fosfórica en los primeros horizontes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Con referencia al riego, debe aplicarse láminas con volúmenes medios de agua y aplicaciones frecuentes en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.4.2 Grupo de manejo IVps-2

Abarca una extensión de 598 ha. El grupo de manejo está conformado por las fases **ABDdp1** de la Consociación Agua Tibia; **MBHdp1** de la Consociación Las Escobas; **MQTdp1** de la Consociación La Piedrona, que se ubican en los tipos de relieve abanico-terraza del paisaje altiplano hidro-volcánico y lomas y glacis del paisaje montaña volcano-erosional. Se localiza en los tipos de clima **templado húmedo y templado subhúmedo,** con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión ligera. Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (ceniza volcánicas y pómez), lodos y depósitos coluvio –aluviales.

Son moderadamente profundos a profundos; bien drenados; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes media a alta; pH moderadamente ácido; contenido de materia orgánica alta; fertilidad natural alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 17% está ocupado por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 16% por hortalizas; 15% por pastos cultivados; 13% por vegetación arbustiva baja; 13% por áreas urbanas; 10% por bosque mixto; 9% por el cultivo de café; 7% otros cultivos (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado tales como granos básicos (maíz y frijol); el cultivo de hortalizas como tomate, chiles, lechuga, pepino, chilacayote, ayote, güicoy, berenjena, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son el café bajo sombra, pacayas, plantación de bambú, plantaciones de macadamia, plantaciones de aguacate hass, plantas ornamentales (flores y follajes), entre otras. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Las recomendaciones van orientadas a implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, dichas prácticas son: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolonga, lo que favorece su desarrollo y evolución. Estos suelos no son mecanizables por la cantidad de piedra superficial, es importante dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Para aprovechar la piedra de las áreas con pedregosidad superficial, se pueden elaborar barreras muertas. Además, se recomienda establecer cortinas rompevientos, con el fin de reducir los efectos de la erosión eólica. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilidad, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, mediante la incorporación de abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos, restos de cosecha. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio y como micronutrientes el Cobre y Zinc. Debe calcularse las dosis con base a análisis de suelos en finca. Necesita riego, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, ya sea por aspersión o goteo.

5.3.4.4.3 Grupo de manejo IVps-3

Abarca una extensión de 922 ha. El grupo de manejo está conformado por las fases **AQBdp1** de la Consociación Ojo de Agua; **LQBd1** de la Consociación El Molino; **XQId1 y XQIdp1**, de la Consociación Los Tezenes, ubicado en el tipo de relieve lomas de los paisajes altiplano hidro-volcánico y lomerío volcano-erosional y glacís del paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional. Se localiza en el clima **templado subhúmedo,** con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera. Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (ceniza volcánicas y pómez), tobas e ignimbritas y depósitos coluvio-aluviales.

Son moderadamente superficiales a moderadamente profundos; con drenaje natural moderado y bueno; texturas finas; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH moderadamente ácido a neutro; contenido de materia orgánica baja; fertilidad natural alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 24% está ocupado por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 23% por vegetación arbustiva baja, el 21% pastos naturales; el 17% por áreas urbanas; el 8% por árboles dispersos, el 4% por bosque mixto; el 3% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; texturas finas, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado tales como granos básicos (maíz y frijol); el cultivo de hortalizas como tomate, chiles, lechuga, pepino, chilacayote, ayote, güicoy, berenjena, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son el café bajo sombra, pacayas, plantación de bambú, plantaciones de macadamia, plantaciones de aguacate hass, plantas ornamentales (flores y follajes), entre otras. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Las recomendaciones van orientadas a implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, dichas prácticas son: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolonga, lo que favorece su desarrollo y evolución. Estos suelos no son mecanizables por la cantidad de piedra superficial y fragmentos de roca en el perfil; es importante dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Para aprovechar la piedra de las áreas con pedregosidad superficial, se pueden elaborar barreras muertas. Además, se recomienda establecer cortinas rompevientos, con el fin de reducir los efectos de la erosión eólica. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilidad, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, mediante la incorporación de abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos, restos de cosecha. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y como micronutrientes el Cobre y Zinc. Debe calcularse las dosis con base a análisis de suelos en finca. Necesita riego, debe aplicarse láminas con altos volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, ya sea por aspersión o goteo.

5.3.4.4.4 Grupo de manejo IVps-4

Abarca una extensión de 2,225 ha. El grupo de manejo está conformado por las fases **MQMd1 y MQMdp1**

de la Consociación Los Llanos, **MQNdp1** de la Consociación El Pepinal, **MQUdp1** de la Consociación Playa Linda y **MQVdp1,** de la Consociación Los Paternales; en los tipos de relieve lomas y glacís, del paisaje montaña volcano-erosional. Se localiza en el clima **templado subhúmedo,** con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera. Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez) y depósitos coluvio-aluviales.

Son moderadamente superficiales y profundos; bien drenados; texturas medias; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino; contenido de materia orgánica medio y alto; moderada y alta retención de fosfatos; fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 35% está ocupado por el cultivo de café; 17% por vegetación arbustiva baja; el 16% por el cultivo de la piña; el 11% por áreas urbanas; el 11% por pastos cultivados; el 5% por granos básicos (maíz y frijol); el 2% por pastos naturales; 3% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca en el perfil; moderada y alta retención de fosfatos, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado tales como granos básicos (maíz y frijol); el cultivo de hortalizas como tomate, chiles, lechuga, pepino, chilacayote, ayote, güicoy, berenjena, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son el café bajo sombra, pacayas, plantación de bambú, plantaciones de macadamia, plantaciones de aguacate hass, plantas ornamentales (flores y follajes), entre otras. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Las recomendaciones van orientadas a implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, dichas prácticas son: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolonga, lo que favorece su desarrollo y evolución. Estos suelos no son mecanizables por los frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Además, se recomienda establecer cortinas rompevientos, con el fin de reducir los efectos de la erosión eólica. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente

La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a la fertilidad, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, mediante la incorporación de abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, abonos orgánicos, restos de cosecha. Con referencia a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y como micronutrientes el Cobre y Zinc. Debido a que presentan valores moderados de retención fosfórica en los primeros horizontes, debe aplicarse fuentes de fósforo de baja solubilidad en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Con referencia al riego, debe aplicarse láminas con volúmenes moderados de

agua y aplicaciones frecuentes en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.4.5 Grupo de manejo IVps-5

Abarca una extensión de 60 ha. El grupo de manejo está conformado por la fase de suelos **XPCdp1** de la Consociación La Cumbre, que se ubica en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional. Se localiza en el clima **semicálido subhúmedo,** con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera. Los suelos se han desarrollado a partir de areniscas, lutitas y lodolitas.

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, contenido de materia orgánica media, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras, indica que el 41% está ocupado por vegetación arbustiva y matorrales; el 38% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 17% por pastos y el 4% por bosque mixto (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial; frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo; erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semicálido, tales como granos básicos y cereales (maíz y frijol, sorgo); el cultivo de hortalizas como sandía, melón, pepino, berenjena, ayote, rábano, apio, remolacha, güisquil, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son plantaciones de cítricos, cultivo del bambú, tamarindo, maracuyá, higos, rosa de jamaica, caña panelera, ornamentales (flores y follajes), entre otros. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, reservorios de agua, establecer acequias de ladera con barreras vivas, barreras muertas aprovechando la pedregosidad presente en el área, con esto se busca reducir la escorrentía superficial y mejorar la infiltración del agua en el suelo. La pedregosidad superficial puede servir para establecer barreras muertas.

En forma general, estos suelos no debieran mecanizarse debido a la pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el perfil y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, para el cultivo de hortalizas y otros cultivos intensivos, es recomendable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica,

por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita elementos mayores tales como el Nitrógeno y Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Necesitan riego, aplicar láminas con moderados volúmenes de agua y con aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.5 Subclase por erosión (IVe)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la erosión, los grupos de manejo son IVe-1, IVe-2.

5.3.4.5.1 Grupo de manejo IVe-1

Tiene un área de 729 ha. Las fases de suelos que integran este grupo de manejo son **AQFb2 y AQFc2** de la Consociación Valle de la Ermita; **AQLc2** de la Consociación Villalobos; **MQWc2** de la Consociación Chuaxán; **MQZ³c2** y **MQZ³cp2** del Complejo Río Mogollón. Está ubicada en los tipos de relieve de terraza, mesa y vallecito, de los paisajes de altiplano hidro-volcánico y montaña volcano-erosional. Se localiza en el clima **templado subhúmedo**; con pendientes ligeramente inclinadas (3–7%) y moderadamente inclinadas (7–12%), con erosión moderada. Los suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), depósitos coluvio-aluviales y depósitos aluvio coluviales.

Son suelos moderadamente profundos a profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica baja y media, fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras, indica que el 66% de la superficie está ocupada por áreas urbanas; el 12% por vegetación arbustiva y matorrales; el 8% por el cultivo de café; el 5% cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 4% por bosque mixto; el 3% por pastos naturales; 2% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por erosión moderada, pendientes ligeramente a moderadamente inclinadas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos, de clima templado tales como granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de hortalizas como arveja china, ejote, minivegetales, brócoli, coles, tomate, chile pimiento, chile picante, cebolla, lechuga, pepino, chilacayote, ayote, güicoy, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son el café bajo sombra, macadamia, pacayas, plantación de bambú, plantaciones de aguacate hass, plantas ornamentales (flores y follajes). Asimismo posee aptitud para actividades ganaderas.

Respecto al manejo de estas tierras y debido a la erosión que presentan, se recomienda la implementación de fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda realizar acequias de ladera, que incluyan gramíneas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolonga en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. También, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo, Potasio y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Necesitan riego en época seca, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.5.2 Grupo de manejo IVe-2

Tiene un área de 692 ha. Las fases de suelos que integran este grupo de manejo son **ABFb2** de la Consociación Ciénaga Grande; **ABGb2** de la Consociación Jocotillo; **MQNc2** de la Consociación El Pepinal y **MQVc2** de la Consociación Los Paternales, se localiza en los tipos de relieve de terrazas, lomas y glacis de los paisajes altiplano hidro-volcánico y montaña volcano-erosional. Se localiza en los climas **templado húmedo y templado subhúmedo**; con pendientes ligeramente inclinadas (3–7%) y moderadamente inclinadas (7–12%), con erosión moderada. Los suelos se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez) y depósitos coluvio-aluviales.

Son suelos moderadamente superficiales y profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica media y alta, moderada y alta retención de fosfatos, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras, indica que el 27% de la superficie está ocupada por pastos naturales; el 17% por bosque mixto; 14% por áreas urbanas; 12% por cultivo de café; el 8% cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 8% pastos cultivados; el 7% por piña; el 4% por flores y follajes; 3% por vegetación arbustiva baja (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por erosión moderada; moderada y alta retención de fosfatos; pendientes ligeramente y moderadamente inclinadas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado tales como granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de hortalizas como tomate, chile pimiento, chile picante, cebolla, lechuga, pepino, chilacayote, ayote, güicoy, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son el café bajo sombra, macadamia, pacayas, plantación de bambú, plantaciones de aguacate hass, plantas ornamentales (flores y follajes), entre otros. Asimismo posee aptitud para actividades ganaderas.

Respecto al manejo de estas tierras y debido a la erosión que presentan, se recomienda la implementación de fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda realizar acequias de ladera, que incluyan gramíneas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la

humedad se prolonga en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. También, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Debido a la moderada retención de fosfatos que presenta, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta y aplicaciones cercanas a las raíces. Necesitan riego en época seca, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.6 Subclase por erosión y suelo (IVes)

Esta subclase presenta limitantes relacionadas con la erosión y el suelo, incluyen tres grupos de manejo, son IVes-1, IVes-2 y IVes-3.

5.3.4.6.1 Grupo de manejo IVes-1

Ocupa un área de 1,212 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **AQIb2 y AQIc2** de la Consociación El Codo, ubicado en el tipo de relieve terraza del paisaje altiplano hidro-volcánico. Se localizan en el clima **templado subhúmedo**, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) y presentan erosión moderada. Suelos originados de tefras (cenizas volcánicas y pómez).

Son suelos profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica alta; frecuentes fragmentos de roca en el perfil, moderada retención de fosfatos, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 49% de la superficie está ocupada por pastos cultivados; el 28% por cultivo de café; el 15% por cultivo de piña; el 7% por vegetación arbustiva matorrales; el 1% por flores y follajes (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por erosión moderada; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; moderada retención de fosfatos; pendientes ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de hortalizas como cebolla, tomate, güicoy,

chilacayote, chile picante, chile pimiento, lechugas, pepino, berenjena, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son el café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, plantación de bambú, plantación de piña, ornamental (flores y follajes), entre otros. Asimismo posee aptitud para actividades ganaderas.

Respecto al manejo de estas tierras y debido a la erosión moderada y a la presencia de fragmento, de roca en el perfil, se recomienda la implementación de fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica; es necesario realizar siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y barreras muertas. Realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. No se pueden mecanizar por los frecuentes fragmentos de roca en el perfil y es importante dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, debe mantenerse el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Debido a la moderada retención de fosfatos que presenta, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta y aplicaciones cercanas a las raíces. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.6.2 Grupo de manejo IVes-2

Ocupa un área de 19 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **LQCbp2 y LQCcp2** de la Consociación El Carrizal, ubicadas en el tipo de relieve vallecito del paisaje de lomerío volcano-erosional. Se localiza en el clima **templado subhúmedo**, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) y presentan erosión moderada. Suelos originados de depósitos aluvio coluviales.

Son suelos profundos, con drenaje moderado; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica media; pocos fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 51% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos; 32% por bosque mixto; 14% por vegetación arbustiva matorrales; el 2% por ríos; 1% por arenales (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por erosión moderada; mediana pedregosidad superficial; pocos fragmentos de roca en el perfil; pendientes ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas y deficientes

precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de hortalizas como cebolla, tomate, güicoy, chilacayote, chile picante, chile pimiento, lechugas, pepino, berenjena, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son café bajo sombra, plantación de bambú, ornamental (flores y follajes), entre otros. Asimismo posee aptitud para actividades ganaderas.

Respecto al manejo de estas tierras y debido a la erosión moderada y a la presencia de pedregosidad superficial se recomienda la implementación de fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica; es necesario realizar siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y barreras muertas. Realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas y químicas. No se pueden mecanizar por la pedregosidad superficial y los fragmentos de roca en el perfil y es importante dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

La ganadería implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los potreros; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, debe elevarse el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis dependerán del cultivo y de los análisis de suelo en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.6.3 Grupo de manejo IVes-3

Ocupa un área de 153 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **XPCc2 y XPCcp2** de la Consociación La Cumbre; **XPDbp2** de la Consociación Río Grande; **XPEbp2** de la Consociación Ruyalquen y **XWIbp2** de la Consociación Río Motagua. Se ubican en los tipos de relieve lomas y vallecitos del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional. Se encuentra en los climas **semicálido subhúmedo y semicálido semiseco**, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) y presentan erosión moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de areniscas, lutita, lodolitas y depósitos aluvio-coluviales.

Son moderadamente profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes de media a alta; pH neutro a ligeramente alcalino; materia orgánica media; frecuentes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad natural de media a alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 40% está ocupado por vegetación arbustiva baja; el 26% por pastos naturales; el 11% por ríos; 11% arenales; 9% cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 3% por cultivo de loroco (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por erosión moderada; mediana pedregosidad superficial; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; pendientes ligeramente inclinadas y moderadamente inclinadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semicálido, como granos básicos y cereales (maíz y frijol, soya); cultivo de hortalizas con especies como sandía, melón, pepino, ayote, chilacayote, berenjenas, entre otros. Otros cultivos posibles y con distintos ciclos de producción son: cultivo de loroco, cítricos (limón, naranja, mandarina), rosa de jamaica, caña panelera, maracuyá, ornamentales (flores y follajes), cultivo de bambú, entre otros. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Respecto al manejo de estas tierras y debido a la erosión moderada y a la presencia de pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el perfil, se recomienda la implementación de fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y aumentar la intensidad de las mismas, conforme aumenta la pendiente. Es necesario establecer siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel y barreras vivas. Para incrementar la retención de agua de lluvia en el suelo, se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con ello se mejorará la humedad del suelo, sus condiciones físicas y químicas. Debido a los fragmentos de roca en el perfil no se pueden mecanizar estos suelos. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es importante incrementar el contenido de materia orgánica, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita principalmente los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo, como micronutrientes el Cobre y Zinc. Las dosis estarán de acuerdo al tipo de cultivo y a los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con volúmenes de agua moderados y con aplicaciones frecuentes en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.7 Subclase por suelo (IVs)

Esta subclase presenta limitaciones por suelo; es integrado por los grupos de manejo IVs-1, IVs-2, IVs-3, IVs-4, IVs-5, IVs-6, IVs-7 y IVs-8.

5.3.4.7.1 Grupo de manejo IVs-1

Abarca una extensión de 16 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos **LQBc1** de la Consociación El Molino, que se ubica en el tipo de relieve lomas del paisaje de lomerío volcano-erosional. Se localiza en el clima **templado subhúmedo**, en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas, son suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderado; con texturas muy finas; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido; contenido de materia orgánica media en superficie y fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 53% está ocupado por vegetación arbustiva baja y el 47% por cultivo de granos básicos (maíz y frijol) (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por texturas muy finas; pendientes moderadamente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como tomate, chile, lechuga, cebolla, güicoy, chilacayote, berenjena, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son: plantaciones de bambú, café bajo sombra, macadamia, pacaya, ornamentales (flores y follajes). Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, es necesario realizar siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer barreras vivas. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Si es necesario arar, debe realizarse labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo para mejorar su estructura, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes, provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Como micronutrientes el Cobre y Zinc. Las dosis estarán de acuerdo al tipo de cultivo y a los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con altos volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.7.2 Grupo de manejo IVs-2

Abarca una extensión de 1,680 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **AQGb1 y AQGc1** de la Consociación Los Guajes, que se ubica en el tipo de relieve terraza del paisaje de altiplano hidro-volcánico. Se localiza en el clima **templado subhúmedo**, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); son suelos superficiales, bien drenados; con texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH moderadamente ácido; contenido de materia orgánica baja y fertilidad media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 54% por tejido urbano continuo y discontinuo; el 16% pastos naturales; 8% cultivo de café; 7% pastos cultivados; 9% bosque mixto; 2% flores y follajes; 3% otros cultivos; 1% vegetación arbustiva baja (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por suelos superficiales, pendientes ligera y moderadamente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como tomate, cebolla, ajo, lechuga, güicoy, chilacayote, pepino, berenjenas, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son: café bajo sombra, plantaciones de aguacate, ornamentales (flores y follajes), plantación de bambú, entre otros. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda realizar acequias de ladera, que incluyan gramíneas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolonga en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. Debido al material compactado que presentan, si se necesitara arar, es necesario utilizar el arado con cincel, ya que esta herramienta suelta el suelo sin invertirlo ni mezclarlo a profundidades menores de 30 centímetros, incrementando con ello la porosidad en el subsuelo, sus condiciones estructurales y la capacidad de retención de humedad; es necesario dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como micronutrientes el Zinc, las dosis estarán de acuerdo al tipo de cultivo y a los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y frecuentes aplicaciones, ya sea por aspersión o goteo.

5.3.4.7.3 Grupo de manejo IVs-3

Abarca una extensión de 212 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos **ABHcp1** de la Consociación El Granizo, ubicada en el relieve de terraza del paisaje altiplano hidro-volcánico. Se localiza en el clima **templado húmedo**, en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), son suelos superficiales, drenaje natural imperfecto; con texturas finas; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido; contenido de materia orgánica alta; moderada retención de fosfatos y fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 62% está ocupado por el cultivo de café; 14% por el cultivo de piña; 9% pastos cultivados; 6% áreas urbanas; 5% por el cultivo de aguacate; 4% por bosque mixto (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por suelos superficiales, texturas finas, pendientes moderadamente inclinadas; moderada retención de fosfatos, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como tomate, chile, lechuga, cebolla, güicoy, chilacayote, berenjena entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son: plantaciones de bambú, café bajo sombra, macadamia, pacaya, ornamentales (flores y follajes), cultivo de la piña. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, es necesario realizar siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer barreras vivas. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Debido al material compactado que presentan, si se necesitara arar, es necesario utilizar el arado con cincel, ya que esta herramienta suelta el suelo sin invertirlo ni mezclarlo a profundidades menores de 30 centímetros, incrementando con ello la porosidad en el subsuelo, sus condiciones estructurales y la capacidad de retención de humedad; es necesario dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes, provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Como micronutrientes el Cobre y Zinc. Las dosis estarán de acuerdo al tipo de cultivo y a los análisis de suelos en finca. Debido a la moderada retención de

fosfatos que presenta, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta y aplicaciones cercanas a las raíces. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con altos volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.7.4 Grupo de manejo IVs-4

Abarca una superficie de 1,447 ha. Comprende las fases de suelos **ABDcp1** de la Consociación Agua Tibia; las fases **AQLbp1 y AQLcp1** de la Consociación Villalobos; **LQCbp1 y LQCcp1** de la Consociación El Carrizal; la fase **MQLcp1** de la Consociación Villa Canales; la fase **MQPcp1** de la Consociación Los Cubes; la fase **MQZ^{3}cp1** del Complejo Río Mogollón, ubicadas en los tipos de relieve abanico terraza y vallecito del paisaje de altiplano hidro-volcánico; lomas y vallecito del paisaje montaña volcano-erosional. Están ubicadas en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo,** en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), lodos, depósitos aluvio coluviales, tobas e ignimbritas; son suelos moderadamente profundos y profundos; drenaje natural moderado y bueno; con texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido a neutro; contenido de materia orgánica media y alto, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 41% por tejido urbano continuo y discontinuo; el 17% vegetación arbustiva baja; 13% cultivo de café; 12% hortalizas; 4% por pastos naturales; 3% bosque mixto; 2% por granos básicos (maíz y frijol); 2% por arenales; 6% por otros usos; (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por mediana pedregosidad superficial; pendientes ligera y moderadamente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como tomate, cebolla, ajo, lechuga, güicoy, chilacayote, pepino, berenjenas, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son: café bajo sombra, plantaciones de aguacate, ornamentales (flores y follajes), plantación de bambú, entre otros. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda realizar acequias de ladera, que incluyan gramíneas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolonga en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. No debiera mecanizarse, si se necesitara, se recomienda labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, es muy importante incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como micronutrientes el Cobre y el Zinc, las dosis estarán de acuerdo al tipo de cultivo y a los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y frecuentes aplicaciones, ya sea por aspersión o goteo.

5.3.4.7.5 Grupo de manejo IVs-5

Abarca una extensión de 61 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **LQBcp1** de la Consociación El Molino y **XQIb1** de la Consociación Los Tezenes, en el relieve de lomas, del paisaje lomerío volcano-erosional y en el relieve de glacis del paisaje montaña fallada o convergencia erosional. Se localiza en el clima **templado subhúmedo**, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas y depósitos coluvio aluviales, son suelos moderadamente superficiales y moderadamente profundos, drenaje natural moderado y bueno; con texturas finas; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido y neutro; contenido de materia orgánica baja, fertilidad natural alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 47% está ocupado por áreas urbanas; el 19% por pastos naturales; 14% árboles dispersos; el 11% por granos básicos; el 9% por vegetación arbustiva baja (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por texturas muy finas, mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, pendientes ligera y moderadamente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como tomate, chile, lechuga, cebolla, güicoy, chilacayote, berenjena entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son: plantaciones de bambú, café bajo sombra, macadamia, pacaya, ornamentales (flores y follajes). Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, es necesario realizar siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer barreras vivas. Se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con el fin de reducir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil; este aumento de humedad en el suelo favorece el desarrollo del mismo y mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos. No se puede mecanizar estos suelos debido a los frecuentes fragmentos de roca en el perfil.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la

construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo para mejorar su estructura, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes, provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Como micronutrientes el Cobre y Zinc. Las dosis estarán de acuerdo al tipo de cultivo y a los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con altos volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.7.6 Grupo de manejo IVs-6

Abarca una superficie de 2,860 ha. Comprende las fases de suelos **ABGbp1 y ABGcp1,** de la Consociación Jocotillo; **AQIb1 y AQIcp1** de la Consociación El Codo; **MBJcp1** de la Consociación Veraminas; **MQMcp1** de la Consociación Los Llanos; **MQUcp1** de la Consociación Playa Linda; **MQVcp1** de la Consociación Los Paternales y **MQXb1** de la Consociación Barillas. Ubicadas en los tipos de relieve terraza del paisaje altiplano hidro-volcánico y en lomas. glacis y mesa del paisaje montaña volcano-erosional. Están ubicadas en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo,** en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tobas e ignimbritas y depósitos coluvio-aluviales; son suelos moderadamente superficiales y profundos; bien drenados; con texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH moderadamente ácido a neutro; contenido de materia orgánica alta; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; moderada y alta retención de fosfatos, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 40% está ocupado por el cultivo de piña; 28% por cultivo de café; 14% por pastos cultivados; 9% por áreas urbanas; 4% por granos básicos; 2% por pastos naturales; 1% por bosque mixto; 2% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por mediana pedregosidad superficial; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; media a alta retención de fosfatos, pendientes ligera a moderadamente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como tomate, cebolla, ajo, lechuga, güicoy, chilacayote, pepino, berenjenas, entre otros. Otros cultivos posibles con distintos ciclos de producción son: café bajo sombra, plantaciones de aguacate has, cultivo de piña, ornamentales (flores y follajes), plantación de bambú, entre otros. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas como siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda realizar acequias de ladera, que incluyan gramíneas en la parte superior, las acequias evitan la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejora la infiltración del agua en el perfil del suelo, con esto la humedad se prolonga en el suelo, lo que favorece su desarrollo y evolución. No debiera mecanizarse por la pedregosidad superficial y fragmentos de roca; se recomienda dejar el suelo cubierto

con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad, es muy importante mantener el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Considerando la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como micronutrientes Cobre y Zinc, las dosis estarán de acuerdo al tipo de cultivo y a los análisis de suelos en finca. Debido a la moderada retención de fosfatos que presenta, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta y aplicaciones cercanas a las raíces. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y frecuentes aplicaciones, ya sea por aspersión o goteo.

5.3.4.7.7 Grupo de manejo IVs-7

Abarca una extensión de 591 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos **FPAa1** de la Consociación Los Laureles; **XWIbp1** de la Consociación Río Motagua, en el tipo de relieve abanico aluvial del paisaje planicie fluvio-lacustre y vallecito del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional. Se encuentra en los climas **semicálido subhúmedo y semicálido semiseco**, en pendientes ligeramente planas (0-3%) y ligeramente inclinadas (3-7%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (pómez) y lodos, y depósitos aluvio-coluviales; son profundos y muy profundos, bien drenados; texturas medias sobre gruesas; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes media a alta; pH neutro a moderadamente alcalino; materia orgánica media y alta; frecuentes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad natural de media a alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 47% está ocupado por el cultivo de caña de azúcar, 26% por áreas urbanas, 19% por café bajo sombra, 2% por hortalizas, 2% por pasto cultivado, 2% por vegetación arbustiva baja, 1% por ríos, 1% por granos básicos (DIGEGR, 2010)

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por mediana pedregosidad superficial, frecuentes fragmentos de roca en el perfil; pendientes ligeramente planas y ligeramente inclinadas, erosión ligera; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semicálido, como granos básicos y cereales (maíz y frijol, soya); cultivo de hortalizas con especies como sandía, melón, pepino, ayote, chilacayote, berenjenas, entre otros. Otros cultivos posibles y con distintos ciclos de producción son: cultivo de loroco, cítricos (limón, naranja, mandarina), rosa de jamaica, caña panelera, maracuyá, ornamentales (flores y follajes), cultivo de bambú, entre otros. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Respecto al manejo de estas tierras y debido a la presencia de pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el perfil, se recomienda la implementación de moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y aumentar la intensidad de las mismas, conforme aumenta la pendiente. Es necesario establecer siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel y barreras vivas. Para incrementar la retención de agua de lluvia en el suelo, se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con ello se mejorará la humedad del suelo, sus condiciones físicas y químicas. Debido a los fragmentos de roca en el perfil no se pueden mecanizar estos suelos. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es importante incrementar el contenido de materia orgánica, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita principalmente los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo, como micronutrientes el Cobre y Zinc. Las dosis estarán de acuerdo al tipo de cultivo y a los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, deben aplicarse láminas con volúmenes de agua moderados y con aplicaciones frecuentes en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.4.7.8 Grupo de manejo IVs-8

Abarca una extensión de 69 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **XPDbp1 y XPDcp1** de la Consociación Río Grande, en tipo de relieve vallecito, en el paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional. Se encuentra ubicado en el clima **semicálido subhúmedo**, en pendientes ligeramente inclinada (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos aluvio-coluviales. Son suelos moderadamente superficiales, bien drenados; texturas medias; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica media; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 31% está cubierto por vegetación arbustiva baja, 28% por granos básicos (maíz y frijol), 16% por pasto natural, 12% por arenales, 9% por ríos, 2% por bosque latifoliado, 2% por árboles dispersos (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por frecuentes fragmentos de roca en el perfil; pendientes ligera y moderadamente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos, de clima semicálido, tales como granos básicos (maíz, frijol); hortalizas como sandía, melón, pepino, berenjena, ayotes, entre otros. Otros cultivos posibles y con distintos ciclos de producción son: cultivo de loroco, cítricos (limón, naranja, mandarina), rosa de jamaica, caña panelera, maracuyá, ornamentales (flores y follajes), cultivo de bambú, entre otros. Asimismo, posee aptitud para actividades ganaderas.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y aumentar la intensidad de las mismas, conforme aumenta la pendiente; es necesario establecer siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel y barreras vivas. Para incrementar la retención de agua de lluvia en el suelo, se recomienda realizar acequias de ladera que incluyan gramíneas en la parte superior, con ello se mejorará la humedad del suelo, sus condiciones físicas, químicas y biológicas. No se deben mecanizar por los frecuentes fragmentos de roca en el perfil, y es preferible dejar el suelo cubierto con materiales vegetales, para evitar la erosión hídrica y eólica, con los fragmentos de roca se pueden construir barreras muertas. Asimismo, es necesario establecer cortinas rompevientos.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados, pastos de corte y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido y una adecuada rotación de los mismos; fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga por área y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante la construcción de reservorios de agua, utilizando las áreas con bajas pendientes con capacidad para acumular el agua proveniente de las lluvias; estos reservorios deben forestarse y conectarse con bebederos en áreas apartadas por medio de poliductos.

Es muy importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y otras fuentes de materia orgánica existentes en la región. Respecto a su fertilidad química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como micronutrientes debe aplicarse Cobre y Zinc. Las dosis estarán de acuerdo al tipo de cultivo y a los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, deben aplicarse láminas con volúmenes de agua moderados y con aplicaciones frecuentes en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

5.3.5 Tierras de la Clase V

Ocupa una superficie de **11 ha** lo que representa el **0.005%** del departamento y se ubica en jurisdicción del municipio de Villa Canales (ver foto representativa de la clase en la Figura 5.6).

Esta clase tiene tierras planas, pero que poseen limitaciones severas para su uso; estas limitaciones pueden modificarse, pero esto implica costos económicos generalmente muy altos. Las limitaciones se refieren a encharcamientos en gran parte del año y drenaje muy pobre. Son tierras utilizadas temporalmente en la época seca cuando el nivel freático desciende y se utilizan para ganadería extensiva.

Los suelos se ubican en el tipo de relieve de bajo de terraza, en el paisaje de altiplano hidro-volcánico (A); en depósitos aluvio-coluviales; en clima **templado húmedo**, con precipitaciones medias de 1,900 mm anuales, en una altitud de 960 m y temperaturas medias anuales de 20 ºC. Las pendientes son ligeramente planas (0 - 3%) y no presentan erosión (Figura 5.6). Drenaje muy pobre, suelos muy superficiales, régimen de humedad ácuico.

Las tierras de esta clase, presentan *severas* limitaciones causadas por drenaje pobre, suelos muy superficiales, régimen de humedad ácuico; su uso actual está dominado por pastos naturales y juncos

Presenta la siguiente subclase:



Figura 5.6 Clase V de capacidad de uso, en clima templado húmedo, con pendiente de 0 a 3%, ubicada en bajo de terraza, municipio de Villa Canales (Foto: W. González, 2012).

5.3.5.1 Subclase por humedad y clima (Vhc)

Presenta limitaciones por humedad y clima, la integra el grupo de manejo Vhc-1.

5.3.5.1.1 Grupo de manejo Vhc-1

Abarca una superficie de 11 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelo **ABIaz** de la Consociación La Lagunilla, se localiza en el tipo de relieve terraza del paisaje de altiplano hidro-volcánico. Se ubica en clima **templado húmedo**, en pendientes ligeramente planas (0-3%).

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos aluvio-coluviales, suelos muy superficiales, con drenaje muy pobre; texturas finas; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido; materia orgánica alta, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 97% está ocupado por pastos naturales; el 1% por plantaciones de aguacate, el 1% por cultivo de café y 1% restante por construcciones rurales (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por drenaje muy pobre; suelos inundados la mayor parte del año; muy superficiales, régimen de humedad ácuico; texturas finas. Estas tierras no son aptas para actividades agrícolas y tienen vocación para la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad. Debe restringirse las prácticas agrícolas y ganaderas y mantener la vegetación natural.

5.3.6 Tierras de la Clase VI

Esta clase ocupa una superficie de **38,874 ha** correspondiente al **17.63%** del total departamental, en jurisdicción de los municipios de Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San Miguel Petapa, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva (ver foto representativa de la clase en la Figura 5.7).

Las tierras de esta clase de capacidad de uso tienen limitaciones muy severas que restringen la selección de plantas y requieren cuidadosas prácticas de manejo. Esta clase expresa una vocación agroforestal principalmente, con un cultivo importante desde el punto de vista socioeconómico: el café bajo sombra; asimismo, presenta vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles, donde la ganadería extensiva se realiza bajo la cobertura boscosa existente. Para su utilización es necesario establecer muy fuertes medidas de conservación de suelos y aguas que eviten la degradación y deterioro del recurso.



Figura 5.7 Clase VI de capacidad de uso con sistemas agroforestales con café bajo sombra. Municipio de Villa Nueva (Foto: C. García, 2012)

Las subclases determinadas en esta clase son: VIp; VIps y VIs. Se describen a continuación:

5.3.6.1 Subclase por pendiente (VIp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente, está integrada por los grupos de manejo VIp-1, VIp-2, VIp-3, VIp-4, VIp-5, VIp-6, VIp-7, VIp-8 y VIp-9.

5.3.6.1.1 Grupo de manejo VIp-1

Ocupa una extensión de 4,626 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **ASAe1** y

ASAe2 de la Consociación El Manzanillo; **MSGe1** y **MSGe2**, de la Consociación San Francisco, **MSDe1** de la Consociación Carmona; **MSHe2** de la Consociación Temastepeque; **MSIe1** y **MSIe2** de la Consociación Monterrico y la fase **MSLe1** de la Consociación Castilla; localizadas en el tipo de relieve lomas de los paisajes altiplano hidro-volcánico y montaña volcano-erosional. El clima es **semifrío húmedo**, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión ligera a moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas, tefras (cenizas volcánicas y pómez) y depósitos coluvio aluviales. Suelos moderadamente profundos a profundos; drenaje natural bueno a moderadamente excesivo; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido y neutro; materia orgánica media y alta; moderada y alta retención de fosfatos; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 29% está ocupado por bosque mixto; 20% por cultivos de granos básicos (maíz y frijol); 19% por hortalizas; el 7% por pastos naturales; 7% pastos cultivados; 6% áreas urbanas; 4% flores y follajes; 2% por vegetación arbustiva baja; el 2% por bosque de coníferas; 2% por plantaciones de aguacate; el 2% por café (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas; moderada y alta retención de fosfatos, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima semifrío y especies como: aguacate hass, ciruela, mora, níspero, plantas ornamentales (flores de corte y follajes), arándanos, frutales deciduos. Asimismo, tiene aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, acelgas, brócoli, tomate, chile y otros cultivos como la fresa.

Se recomienda establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Para minimizar la erosión eólica deben plantarse barreras contravientos. Estos suelos no se pueden mecanizar y se debe evitar la exposición a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia, por lo que el suelo debe mantenerse bajo cobertura vegetal.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Estos suelos necesitan mantener los niveles de materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas (drenaje interno y estructura), químicas (mejorar la fertilidad en general) y biológicas; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes, restos de cosechas y leguminosas fijadoras de nitrógeno. Con respecto a la fertilización química, aplicar fuentes de Nitrógeno, Fósforo y los microelementos Cobre y Zinc; las dosis dependen de los análisis de suelos en finca. Por la alta retención fosfórica que presentan se recomienda la aplicación de fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Necesitan riego por aspersión o goteo; con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes.

5.3.6.1.2 Grupo de manejo VIp-2

Ocupa una extensión de 27 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos **MSJe1** de la Consociación El Paraíso, se encuentra en el relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional. El clima es **semifrío húmedo**, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas. Son moderadamente profundos, con drenaje moderado; texturas medias; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica media, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 55% está ocupado por bosque mixto; el 24% por hortalizas; 20% por áreas urbanas; 1% por cultivos de granos básicos (maíz y frijol) (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por sus pendientes ligeramente escarpadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima semifrío y especies como: aguacate hass, ciruela, mora, níspero, plantas ornamentales (flores de corte y follajes), arándanos, frutales deciduos. Asimismo, tiene aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, acelgas, brócoli, tomate, chile y otros cultivos como la fresa.

Se recomienda establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Para minimizar la erosión eólica deben plantarse barreras contravientos. Estos suelos no se pueden mecanizar y se debe evitar la exposición a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia, por lo que el suelo debe mantenerse bajo cobertura vegetal.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Estos suelos necesitan incrementar sus niveles de materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas (drenaje interno y estructura), químicas (mejorar la fertilidad en general) y biológicas; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes, restos de cosechas y leguminosas fijadoras de nitrógeno. Con respecto a la fertilización química, aplicar fuentes de Nitrógeno, Fósforo y los microelementos Cobre y Zinc; las dosis dependen de los análisis de suelos en finca. Necesitan riego por aspersión o goteo; con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes.

5.3.6.1.3 Grupo de manejo VIp-3

Ocupa una extensión de 1,958 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **MSKe1** y **MSKe2**, de la Consociación El Perotal, ubicada en el relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional. El clima es **semifrío húmedo**, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión ligera a moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de tobas e ignimbritas. Son profundos, bien drenados; texturas finas; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes media; pH moderadamente a ligeramente ácido; materia orgánica alta; moderada retención de fosfatos, fertilidad natural muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 43% está ocupado por bosque mixto; 20% por el cultivo de hortalizas; 19% flores y follajes; 6% áreas urbanas; 6% pastos naturales; 3% por el cultivo de granos básicos; 3% vegetación arbustiva baja; (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por sus pendientes ligeramente escarpadas, moderada retención de fosfatos, texturas finas, erosión ligera a moderada, y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima semifrío y especies como: aguacate hass, ciruela, mora, níspero, plantas ornamentales (flores de corte y follajes), arándanos, frutales deciduos. Asimismo, tiene aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, acelgas, brócoli, tomate, chile y otros cultivos como la fresa.

Se recomienda establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y terrazas individuales por planta. Para minimizar la erosión eólica deben plantarse barreras contravientos. Estos suelos no se pueden mecanizar y se debe evitar la exposición a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia, por lo que el suelo debe mantenerse bajo cobertura vegetal.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Estos suelos necesitan mantener los niveles de materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas (drenaje interno y estructura), químicas (mejorar la fertilidad en general) y biológicas; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes, restos de cosechas y leguminosas fijadoras de nitrógeno. Con respecto a la fertilización química, aplicar fuentes de Nitrógeno, Fósforo y los microelementos Cobre y Zinc; las dosis dependen de los análisis de suelos en finca. Por la moderada retención fosfórica que presentan se recomienda la aplicación de fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Necesitan riego por aspersión o goteo; con altos volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

5.3.6.1.4 Grupo de manejo VIp-4

Abarca una extensión de 3,830 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **MBFe1** de la Consociación Santa Isabel; **MQNe1, MQNe2, MQNep1** y **MQNep2** de la Consociación El Pepinal; **MQVe1** de la Consociación Los Paternales. Ubicados en los tipos de relieve lomas y glacis del paisaje montaña volcano-erosional. Se ubica en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo**, en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%); erosión ligera a moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez) y depósitos coluvio-aluviales.

Suelos profundos; bien drenados; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica media y alta; moderada retención de fosfatos, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 50% está ocupado por café; el 14% por vegetación arbustiva baja; el 10% por bosque mixto; 8% cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 5% por hortalizas; 4% por pastos naturales; 3% pastos cultivados; 3% áreas urbanas; 1% por flores y follajes; 2% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Estas tierras presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas; moderada retención de fosfatos, erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima templado tales como el café bajo sombra, plantaciones de aguacate, pacayas, cultivo del bambú. Otros cultivos y usos posibles son: plantas ornamentales, flores de corte y follaje. Asimismo posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como acelgas, tomate, chile, cebolla, berenjenas y otros cultivos.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, debiéndose plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee, aplicando abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis según análisis de suelos en finca. Debido a la moderada retención de fosfatos, debe aplicarse fertilizantes fosfóricas de liberación lenta y colocarlas cerca a las raíces. Necesitan riego, es necesario aplicar láminas de moderados volúmenes de agua y en frecuentes aplicaciones, por goteo o aspersión.

5.3.6.1.5 Grupo de manejo VIp-5

Abarca una extensión de 5,881 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **AQCe1** de la Consociación Monte Bello, **ABJe1** de la Consociación El Potrerón; **AQAe1** y **AQAe2** de la Consociación Cerro El Naranjo; **MBHe1** de la Consociación Las Escobas; **MBIe1** y **MBIe2** de la Consociación Pulté; **MBLe1** y **MBLe2** de la Consociación Los Pocitos; **MQLe1** y **MQLe2** de la Consociación Villa Canales; **MQSe1** y

MQSe2 de la Consociación San Juan, **MBEe1** y **MBEe2** de la Consociación El Sombrerito; **MQÑe1** y **MQÑe2** de la Consociación Las Victorias. En los tipos de relieve lomas del paisaje altiplano hidro-volcánico. Se ubican en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo**, en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%); erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas; basalto, andesita, dacita y calizas. Suelos moderadamente superficiales a profundos; bien drenados; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH moderadamente ácido a neutro; materia orgánica media y alta; fertilidad media a alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 28% de la superficie está ocupado por bosque mixto; 17% cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 16% por vegetación arbustiva baja; 11% por áreas urbanas; el 10% por el cultivo de café; 7% por pastos naturales; el 4% por pastos cultivados; 1 por hortalizas; 1% por aguacate; 5% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Estas tierras presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas; erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima templado tales como el café bajo sombra, plantaciones de aguacate, pacayas, cultivo del bambú. Otros cultivos y usos posibles son: plantas ornamentales, flores de corte y follaje. Asimismo posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como acelgas, tomate, chile, cebolla, berenjenas y otros cultivos

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, debiéndose plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee, aplicando abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis según análisis de suelos en finca. Necesitan riego, es necesario aplicar láminas de moderados volúmenes de agua y con frecuentes aplicaciones, por goteo o aspersión.

5.3.6.1.6 Grupo de manejo VIp-6

Abarca un área de 4,052 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **ABBe1** y **ABBe2** de la Consociación Arrazola; **AQBe1** y **AQBe2** de la Consociación Ojo de Agua y **AQDe1** de la Consociación Pamocá. Se localizan en el tipo de relieve lomas del paisaje de altiplano hidro-volcánico. Se ubican en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo**, en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%); erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita. Suelos moderadamente profundos; bien drenados; texturas finas; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica alta; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 24% está ocupado por bosque mixto; 16% por pastos naturales; 16% áreas urbanas; 12% cultivo de café; 12% vegetación arbustiva baja; 11% granos básicos; 3% hortalizas; 2% pastos cultivados; 4% otros usos (DIGEGR, 2010).

Estas tierras presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas; texturas finas; erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima templado tales como el café bajo sombra, plantaciones de aguacate, pacayas, cultivo del bambú. Otros cultivos y usos posibles son: plantas ornamentales, flores de corte y follaje. Asimismo posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como acelgas, tomate, chile, cebolla, berenjenas y otros cultivos.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, debiéndose plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener el contenido de materia orgánica que posee, aplicando abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis según análisis de suelos en finca. Necesitan riego, es necesario aplicar láminas de altos volúmenes de agua y con aplicaciones espaciadas en el tiempo, por goteo o aspersión.

5.3.6.1.7 Grupo de manejo VIp-7

Abarca un área de 360 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **ABAep1** del Complejo Cerro Alto; **MBJe1**, **MBJe2**, **MBJep1** y **MBJep2** de la Consociación Veraminas. Ubicadas en los tipos de relieve domo del paisaje altiplano hidro-volcánico y lomas del paisaje montaña volcano-erosional. Se ubican en el clima **templado húmedo**, en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%); erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez) y tobas e ignimbritas. Suelos superficiales y moderadamente superficiales; bien drenados; texturas medias; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica alta; moderada a alta retención de fosfatos; fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 25% está ocupado por vegetación arbustiva baja; 21% por cultivo de granos básicos (maíz y frijol); 21% por zonas quemadas; 9% por el cultivo de café; 8% arboles dispersos; 9% por bosque mixto; 4% por piña; 3% pastos naturales (DIGEGR, 2010).

Estas tierras presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas; moderada a alta retención de fosfatos, erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima templado tales como el café bajo sombra, plantaciones de aguacate, pacayas, cultivo del bambú. Otros cultivos y usos posibles son: plantas ornamentales, flores de corte y follaje. Asimismo posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como acelgas, tomate, chile, cebolla, berenjenas y otros cultivos.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, debiéndose plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener el contenido de materia orgánica que posee, aplicando abonos orgánicos, abonos verdes con leguminosas y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio y los micronutrientes Cobre y Zinc. Aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta cercanos a los raíces. Las dosis según análisis de suelos en finca. Necesitan riego, es necesario aplicar láminas de moderados volúmenes de agua y frecuentes aplicaciones, por goteo o aspersión.

5.3.6.1.8 Grupo de manejo VIp-8

Tiene un área de 3,110 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos **ABEe2** de la Consociación El Aceitillal; **AQAep1** de la Consociación Cerro El Naranjo; **MBAe2** de la Consociación El Pericón; **MQLep2** de la Consociación Villa Canales; **MQÑep1** de la Consociación Las Victorias; **MQPe1, MQPe2, MQPep1** y **MQPep2** de la Consociación Los Cubes; **MQSep2** de la Consociación San Juan; **MQTe1, MQTep1** y **MQTep2** de la Consociación La Piedrona; **MQZ¹e1** y **MQZ¹e2** de la Consociación Doña Delfina, **XQEe2** y **XQEep2** de la Consociación Joya Linda. Ubicadas en los tipos de relieve abanico-terraza del paisaje de altiplano hidro-volcánico; domo, lomas, glacis y escarpe del paisaje montaña volcano-erosional y lomas del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional. Se ubican en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo**, en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%); erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), lodos, tobas e ignimbritas, calizas, depósitos coluvio aluviales y basalto, andesita y dacita. Suelos moderadamente superficiales a profundos; drenaje natural moderadamente excesivo y bueno; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido a neutro; materia orgánica baja a alta; fertilidad natural de media a alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 37% está ocupado por vegetación arbustiva baja; 20% por cultivo de granos básicos (maíz y frijol); 13% cultivo de café; 12% pastos naturales; 6% áreas urbanas; 6% bosque mixto; 3% hortalizas; 3% pastos cultivados (DIGEGR, 2010).

Estas tierras presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas; mediana pedregosidad superficial; erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima templado tales como el café bajo sombra, plantaciones de aguacate, pacayas, cultivo del bambú. Otros cultivos y usos posibles son: plantas ornamentales, flores de corte y follaje. Asimismo posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como acelgas, tomate, chile, cebolla, berenjenas y otros cultivos.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, debiéndose plantar al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Realizar acequias de ladera con barreras vivas para disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración del agua de lluvia en el perfil. Este aumento de la humedad del suelo favorece la evolución del mismo y mejora sus condiciones físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee, aplicando abonos

orgánicos, abonos verdes con leguminosas y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio y los micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis según análisis de suelos en finca. Necesitan riego, es necesario aplicar láminas de moderados volúmenes de agua y frecuentes aplicaciones, por goteo o aspersión.

5.3.6.1.9 Grupo de manejo VIp-9

Tiene un área de 469 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos siguientes: **XPCe1, XPCe2** y **XPCep2** de la Consociación La Cumbre; en tipos de relieve de lomas del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional, todas localizadas en clima **semicálido subhúmedo**, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir del material parental conformado por arenisca, lutitas y lodolitas. Suelos profundos, bien drenados; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH ligeramente ácido; materia orgánica media; frecuentes fragmentos de roca y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 41% es de vegetación arbustiva y matorrales; el 32% está ocupado por cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 14% por bosque mixto; el 7% por bosque latifoliado; el 5% por pastos y el 1% por tejido urbano discontinuo (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas; frecuentes fragmentos de roca en el perfil; erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima semicálido, tales como: cítricos (limón, naranja, mandarina); tamarindo, rosa de jamaica, maracuyá. Otros usos posibles: plantas ornamentales, flores de corte y follaje, bambú, otros. Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y proteger los taludes con vegetación nativa y fragmentos de roca presentes. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como sandía, melón, pepino, berenjena, loroco y otros cultivos.

Asimismo, posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal existente). Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea y evitando el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo. Es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Como prácticas de manejo es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas, para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer acequias de ladera con barreras vivas en la parte superior, para reducir la escorrentía provocada por el agua de lluvia y mejorar la infiltración del agua en el perfil, con esto la humedad se prolongará, lo que favorece su desarrollo y mejora de características físicas y químicas. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Respecto a su fertilidad, es urgente incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita principalmente los elementos mayores

Nitrógeno y Fósforo. En relación a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse de forma foliar Cobre y Zinc. Se necesita riego, debe aplicarse láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, ya sea por aspersión o goteo.

5.3.6.2 Subclase por pendiente y suelo (VIps)

Esta subclase presenta limitaciones por pendiente y suelo, está integrada por los grupos de manejo VIps-1, VIps-2, VIps-3 y VIps4, VIps5, VIps6 y VIps7.

5.3.6.2.1 Grupo de manejo VIps-1

Tiene un área de 391 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos **MSAep2** de la Consociación Cerro Chiquito, en el relieve de estrato-volcán del paisaje montaña volcano-erosional. Localizada en el clima **semifrío húmedo**, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) con erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez). Son moderadamente superficiales; drenaje natural moderadamente excesivo; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes media; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica media; abundantes fragmentos de roca en el perfil; moderados valores de retención de fosfatos; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 46% de su superficie es el cultivo de café; el 30% cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 14% por bosque mixto; el 4% por vegetación arbustiva y matorrales; 4% pastos cultivados y el 2% por tejido urbano discontinuo (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas; abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo; abundante pedregosidad superficial, moderada retención de fosfatos, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima semifrío, con especies como el café bajo sombra, aguacate hass, **níspero**, otros. Asimismo, posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (flores de corte y follajes), es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer hortalizas como arveja china, minivegetales, ejote, coles, acelgas, tomate, chile, cebolla, lechuga y otros cultivos.

Para utilizar estas tierras adecuadamente, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Además, para aumentar la retención de agua de lluvia, y mejorar la infiltración en el perfil, debe establecerse acequias de ladera protegidas con barreras vivas y terrazas individuales por planta. No pueden mecanizarse y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Para la implementación de cultivos, se tiene que remover la pedregosidad superficial del lugar en donde se hará la siembra, este material podrá utilizarse para el fortalecimiento de los taludes o la construcción de barreras muertas.

Se aconseja establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como mantener el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca, para reducir la evaporación y minimizar la escorrentía.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Es necesario incrementar los valores de materia orgánica a través de la adición de abonos orgánicos, abonos verdes (con leguminosas con nódulos fijadores de nitrógeno) y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita aplicar Nitrógeno y Fósforo; las dosis según análisis de suelos en finca. Debido a la moderada retención de fosfatos, deben aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con cantidades moderadas de agua y aplicarlas en forma frecuente, por medio de aspersión o goteo.

5.3.6.2.2 Grupo de manejo VIps-2

Tiene un área de 121 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase **MSBep2** del Complejo Pacaya. Ubicado en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje montaña volcano-erosional. Localizado en el clima **semifrío húmedo**, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) con erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de basalto, andesita y dacita. Son superficiales; drenaje natural moderadamente excesivo; texturas gruesas; saturación de bases baja; capacidad de intercambio de cationes baja; pH ligeramente ácido; materia orgánica media; fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 88% de su superficie está ocupado por vegetación arbustiva y matorrales; 12% por espacios con vegetación escasa (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas; texturas gruesas, abundante pedregosidad superficial, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima semifrío, con especies como arándanos, frutales deciduos, níspero, otros. Asimismo, posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para utilizar estas tierras adecuadamente, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica, debe plantarse al contorno, siguiendo las curvas a nivel. Además, para aumentar la retención de agua de lluvia, y mejorar la infiltración en el perfil, debe establecerse acequias de ladera protegidas con barreras vivas y terrazas individuales por planta. No pueden mecanizarse y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Para la implementación de cultivos, se tiene que remover la pedregosidad superficial del lugar en donde se hará la siembra, este material podrá utilizarse para el fortalecimiento de los taludes o la construcción de barreras muertas.

Se aconseja establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica, así como mantener el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca, para reducir la evaporación y minimizar la escorrentía.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo; es necesario construir reservorios de agua para la época seca y aguadas protegidas y forestadas.

Es necesario incrementar los valores de materia orgánica a través de la adición de abonos orgánicos, abonos verdes (con leguminosas con nódulos fijadores de nitrógeno) y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, se necesita aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio; las dosis según análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con cantidades moderadas de agua y aplicarlas en forma muy frecuente por medio de aspersión o goteo.

5.3.6.2.3 Grupo de manejo VIps-3

Ocupa un área de 6,831 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **LQAep2** de la Consociación Río Naranjo, **MQOe1, MQOe2**, **MQOep1** y **MQOep2** de la Consociación El Refugio; **MQQe1, MQQe2** de la Consociación San Raimundo; **MQRe2, MQRep1** y **MQRep2** de la Consociación San Pedro; **XQFe2, XQFep1, XQFep2** de la Consociación La Tejara. Ubicadas en el tipo de relieve lomas de montaña volcano-erosional y montaña fallada o de convergencia erosional. Se encuentra en el clima **templado subhúmedo.** Posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos de este grupo se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tobas e ignimbritas y cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita. Son suelos superficiales a profundos, con drenaje moderadamente excesivo y bueno; texturas finas; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido a neutro; materia orgánica baja y alta; abundantes fragmentos de roca en el perfil; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 26% de la superficie está ocupada por bosques mixtos; 21% vegetación arbustiva baja; el 18% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 12% por pastos naturales; el 7% por áreas urbanas; el 7% cultivo de café; 6% por árboles dispersos; 3% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes ligeramente escarpadas; abundantes fragmentos de roca en el perfil; abundante pedregosidad superficial; texturas finas, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima templado, tales como café bajo sombra con especies como pacaya, aguacate hass, cultivo de bambú y otras. También presentan aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), el cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (flores y follajes) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar tomate, chiles, cebolla, pepino, berenjena y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, así como establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. Establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos

no se pueden mecanizar por la existencia de fragmentos gruesos y la pendiente, debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse de forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitando el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante construir reservorios de agua para la época seca y forestarlos.

Es importante mantener el nivel de materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, por lo que se recomienda la adición de abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas, esta práctica también ayuda a mejorar la retención del agua en el perfil. Respecto a la fertilización química, debe adicionarse los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como micronutrientes Cobre y Zinc, las dosis deben ser calculadas según los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse altos volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por aspersión o goteo.

5.3.6.2.4 Grupo de manejo VIps-4

Ocupa un área de 143 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase **XQEep1** de la Consociación Joya Linda. Ubicado en el tipo de relieve lomas de montaña fallada o de convergencia erosional. Se encuentra en el clima **templado subhúmedo.** Posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y presenta erosión ligera.

Los suelos de este grupo se han originado de tobas e ignimbritas. Son suelos moderadamente superficiales, con drenaje moderadamente excesivo; texturas medias; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes media; pH ligeramente ácido; materia orgánica alta y fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 47% de la superficie está ocupada por granos básicos; 25% por vegetación arbustiva baja; el 23% por bosque mixto y 5% por árboles dispersos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes ligeramente escarpadas; abundante pedregosidad superficial; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima de clima templado, tales como café bajo sombra con especies como pacaya, aguacate hass, cultivo de bambú y otras. También presentan aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), el cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (flores y follajes) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar tomate, chiles, cebolla, pepino, berenjena y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, así como establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. Establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar, debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse de forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitando el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante construir reservorios de agua para la época seca y forestarlos.

Es importante mantener el nivel de materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, por lo que se recomienda la adición de abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas, esta práctica también ayuda a mejorar la retención del agua en el perfil. Respecto a la fertilización química, debe adicionarse los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como micronutrientes Cobre y Zinc, las dosis deben ser calculadas según los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por aspersión o goteo.

5.3.6.2.5 Grupo de manejo VIps-5

Ocupa un área de 942 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **ABCep1** Consociación La Cabaña; **MQAep2** del Complejo El Muñeco; **MQQep1** de la Consociación San Raimundo, **MQVep1** de la Consociación Los Paternales; ubicado en los tipos de relieve lomas de altiplano hidro-volcanico; lomas, glacís y estrato volcán del paisaje montaña volcano-erosional. Se encuentra en los climas **templado húmedo y templado subhúmedo.** Posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y presenta erosión ligera y moderada.

Los suelos de este grupo se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez), cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita, y depósitos coluvio aluviales. Son suelos superficiales y profundos, bien drenados; texturas medias; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica media y alta; retención de fosfatos media; abundantes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 26% de la superficie está ocupada por bosque mixto; 19% espacios con vegetación escasa; 18% vegetación arbustiva baja; 11% por el cultivo de café; 10% por pastos naturales; 9% por el cultivo de piña; 5% por granos básicos; 1% por pastos cultivados y 1% cultivo de cítricos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes ligeramente escarpadas; abundantes fragmentos de roca en el perfil; moderada retención de fosfatos; erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima templado, tales como café bajo sombra con especies como pacaya, aguacate hass, cultivo de bambú y otras. También presentan aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), el cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (flores y follajes) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar tomate, chiles, cebolla, pepino, berenjena y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, así como establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. Establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos

no se pueden mecanizar, debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse de forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitando el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante construir reservorios de agua para la época seca y forestarlos.

Es importante mantener el nivel de materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, por lo que se recomienda la adición de abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas, esta práctica también ayuda a mejorar la retención del agua en el perfil. Respecto a la fertilización química, debe adicionarse los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como micronutrientes Cobre y Zinc, las dosis deben ser calculadas según los análisis de suelos en finca. Suministrar fertilizantes de liberación lenta, cercanos a las raíces. Necesitan riego, debe aplicarse moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por aspersión o goteo.

5.3.6.2.6 Grupo de manejo VIps-6

Ocupa un área de 1,400 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **MPCep2** de la Consociación Santa Anita **y XPCepr2** de la Consociación La Cumbre; ubicado en el tipo de relieve de lomas de los paisajes montaña volcano-erosional y montaña fallada o de convergencia erosional. Se encuentra en el clima **semicálido subhúmedo.** Posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y presenta erosión moderada.

Los suelos de este grupo se han originado de tobas e ignimbritas y areniscas, lutitas y lodolitas. Son suelos moderadamente profundos; bien drenados; texturas medias sobre gruesas; saturación de bases media; capacidad de intercambio de cationes media; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica alta; fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 44% de la superficie está ocupado por vegetación arbustiva baja; 28% por el cultivo de granos básicos; 9% por pastos naturales; 6% bosque latifoliado; 5% por el cultivo de café; 5% por el cultivo de cítricos; 3% otros usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes ligeramente escarpadas; abundante pedregosidad superficial; erosión moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima semicálido, tales como plantaciones de cítricos, tamarindo, rosa de jamaica, maracuyá, bambú y otras. También presentan aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), el cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (flores y follajes) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar sandía, melón, ayote, pepino, berenjena y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, así como establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. Establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar, debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del

impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse de forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitando el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante construir reservorios de agua para la época seca y forestarlos.

Es importante mantener el nivel de materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, por lo que se recomienda la adición de abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas, esta práctica también ayuda a mejorar la retención del agua en el perfil. Respecto a la fertilización química, debe adicionarse los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como micronutrientes el Cobre y Zinc, las dosis deben ser calculadas según los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con cantidades moderadas de agua y aplicarlas en forma constante, por medio de aspersión o goteo.

5.3.6.2.7 Grupo de manejo VIps-7

Ocupa un área de 1,184 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **XWEe2, XWEp1** y **XWEep2** de la Consociación El Tablón; **XWGep1**, **XWGep2** de la Consociación Santa Rita; ubicado en el tipo de relieve lomas del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional. Se encuentra en el clima **semicálido semiseco.** Posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y presenta erosión ligera y moderada.

Los suelos de este grupo se han originado de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita, serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa. Son suelos superficiales; bien drenados; texturas medias; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes media; pH neutro; materia orgánica alta; abundantes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 61% de la superficie está ocupado por vegetación arbustiva baja; 19% por el cultivo de granos básicos; 13% por pastos naturales; 3% árboles dispersos; 3% por hortalizas; 1% por el cultivo de loroco (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son pendientes ligeramente escarpadas; abundante pedregosidad superficial; abundantes fragmentos de roca en el perfil; erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima semicálido, tales como plantaciones de cítricos, loroco, tamarindo, rosa de jamaica, maracuyá, bambú y otras. También presentan aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), el cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (flores y follajes) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar sandía, melón, ayote, pepino, berenjena y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, así como establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. Establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos

no se pueden mecanizar, debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse de forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitando el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante construir reservorios de agua para la época seca y forestarlos.

Es importante mantener el nivel de materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, por lo que se recomienda la adición de abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas, esta práctica también ayuda a mejorar la retención del agua en el perfil. Respecto a la fertilización química, debe adicionarse los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como micronutrientes el Cobre y Zinc, las dosis deben ser calculadas según los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con cantidades moderadas de agua y aplicarlas en forma constante, por medio de aspersión o goteo.

5.3.6.3 Subclase por limitantes de suelo (VIs)

Esta subclase presenta limitaciones por suelo, está integrada por los grupos de manejo VIs-1, VIs-2, VIs-3, VIs-4 y VIs-5, VIs-6.

5.3.6.3.1 Grupo de manejo VIs-1

Tiene un área de 199 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **ASBb1** y **ASBc1** de la Consociación Tres Cruces; **MSMc1, MSMcp1** y **MSMdp1** de la Consociación Las Pozas. Se encuentra en el clima **semifrío húmedo**, en el tipo de relieve terraza, del paisaje altiplano hidro-volcánico y glacis del paisaje de montaña volcano-erosional. Posee pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) a fuertemente inclinadas (12-25%), presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos coluvio-aluviales; tefras (cenizas volcánicas y pómez). Son suelos profundos, bien drenados; texturas gruesas; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH neutro; materia orgánica media; fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 65% de la superficie está ocupada por hortalizas; el 17% por el cultivo de café bajo sombra; el 1% por bosque mixto y el restante 17%, está cubierto en su mayoría por tejido urbano (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son texturas gruesas, abundante pedregosidad superficial; pendientes ligeramente a fuertemente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima semifrío, con especies tales como café bajo sombra, plantaciones de aguacate hass. Asimismo, poseen vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), el cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (flores y

follajes) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote, minivegetales, tomate, chile, repollo, coles, lechuga , zanahoria y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo deben realizarse prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas, y muertas (se puede utilizar la pedregosidad superficial), elaborar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer barreras contravientos para reducir los efectos de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar por sus texturas arenosas y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal.

Las actividades silvopastoriles realizarlas en forma extensiva, con pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es muy importante construir reservorios de agua para la época seca, así como aguadas, protegidas y forestadas.

Es muy importante incorporar materia orgánica para mejorar la retención de humedad, el drenaje interno y sus propiedades físicas, químicas y biológicas, esto hacerlo mediante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes proveniente de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, es necesario aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, micronutrientes como Cobre y Zinc; las dosis a utilizar deben estar basadas en los análisis de suelos locales en finca. Estos suelos necesitan riego, para ello, utilizar láminas de volumen moderado y aplicaciones muy frecuentes, ya sea por aspersión o goteo.

5.3.6.3.2 Grupo de manejo VIs-2

Tiene un área de 1,055 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **ABCd1** de la Consociación La Cabaña; **ABLcp1** de la Consociación Las Flores; **MQOd1** y **MQOd2** de la Consociación El Refugio; **MQQd1** de la Consociación San Raimundo; **MQRd1** de la Consociación San Pedro y **XQFd1** de la Consociación La Tejara en los climas **templado húmedo** y **templado subhúmedo**, en los tipos de relieve lomas y vallecito, de los paisajes altiplano hidro-volcánico, montaña volcano-erosional y montaña fallada o de convergencia erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%). Presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de los siguientes materiales parentales: tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita, depósitos aluvio-coluviales; son suelos superficiales a profundos, bien drenados; texturas medias; abundantes fragmentos de roca en el perfil; saturación de bases media y alta; capacidad de intercambio de cationes media y alta; pH moderadamente ácido a neutro; materia orgánica media y alta; y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 27% de la superficie está ocupada por tejido urbano; el 18% por bosque mixto; el 18% por vegetación arbustiva baja; el 15% por el cultivo del café; el 9% por el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el 8% por pastos; 4% por el cultivo de la piña; el 1% restante, por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo; pendientes moderada y fuertemente inclinadas; erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones de un semestre al año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima templado, tales como café bajo sombra, aguacate hass, **nísperos** entre otros. Asimismo, poseen aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (flores y follajes), es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer tomate, chile, cebolla, berenjena, cultivo de piña, entre otros.

Es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y disminuir la escorrentía: sembrar al contorno, siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. Establecer cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia y mantener la cubierta vegetal. Incorporar materia orgánica como restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y abonos orgánicos, con esto se mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Las actividades silvopastoriles realizarlas en forma extensiva, con pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es muy importante construir reservorios de agua para la época seca, así como aguadas, protegidas y forestadas.

Respecto a la fertilización química, se debe aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio; micronutrientes como el Cobre y Zinc; las dosis a utilizar deben establecerse según análisis de suelos en finca; necesitan riego, aplicar láminas de volúmenes moderados de agua y aplicaciones frecuentes, por aspersión o goteo.

5.3.6.3.3 Grupo de manejo VIs-3

Tiene un área de 1,839 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **ABAdp1** del Complejo Cerro Alto; A**BCcp1**, **ABCdp1** y **ABCdp2** de la Consociación La Cabaña; **MBJdp1** de la Consociación Veraminas; **MQAcp1** y **MQAdp2** del Complejo El Muñeco; **MQOdp2** de la Consociación El Refugio; **MQRdp1** de la Consociación San Pedro; **XQFdp1** y **XQFdp2** de la Consociación La Tejara; ubicado en los tipos de relieve domo y lomas del paisaje altiplano hidro-volcánico, estrato volcán y lomas del paisaje montaña volcano-erosional; y lomas del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional. Localizado en los climas **templado húmedo y templado subhúmedo;** con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%), con erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez), tobas e ignimbritas, cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita. Son suelos superficiales y moderadamente superficiales, bien drenados; texturas medias; saturación de bases baja y alta; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica alta; abundantes fragmentos de roca en el perfil; moderada y alta retención de fosfatos y fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 25% de la superficie está ocupada por el cultivo de la piña; 12% por granos básicos; 10% por vegetación arbustiva baja (matorral y/o guamil); 10% por espacios con vegetación escasa (Tierras desnudas y degradadas); 8% por zonas quemadas; 8% por pastos cultivados; 7% por el cultivo de café; 5% por pastos naturales; 5% por áreas urbanas; 5% por bosque mixto; 5% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil, moderada y alta retención fosfórica, pendientes moderada y fuertemente inclinadas; erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima templado, tales como: café bajo sombra, aguacate hass, higo, bambú entre otros. Asimismo, posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas es importante realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y establecer pasto u otra especie en los taludes. Solo bajo estas condiciones se podría sembrar plantas ornamentales (flores de corte y follaje), hortalizas como pepino, cebolla, tomate, chile y otros cultivos hortícolas; así como el cultivo de la piña.

Es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas (utilizando la pedregosidad superficial existente), acequias de ladera con gramíneas en la parte superior. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Incorporar fuentes de materia orgánica como restos de cosecha, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadores de nitrógeno y abonos orgánicos. Las actividades silvopastoriles realizarlas en forma extensiva, con pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es muy importante construir reservorios de agua para la época seca, así como aguadas, protegidas y forestadas.

Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio; establecer las dosis según los análisis de suelos realizados en finca. Según la rentabilidad de los cultivos, aplicar de forma foliar cobre (Cu) y zinc (Zn). Debido a los valores moderados de retención fosfórica que posee, debe aplicar fuentes fosfóricas de baja solubilidad, en dosis moderadas, cerca de las raíces y en forma periódica. Estas tierras necesitan riego, deben regarse con láminas de agua moderadas y aplicaciones frecuente, por aspersión o goteo.

5.3.6.3.4 Grupo de manejo VIs-4

Tiene un área de 90 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **MBMcp1** y **MBMcp2** de la Consociación Río Concepción; localizadas en el clima **templado húmedo**, en tipo de relieve vallecito del paisaje montaña volcano-erosional. Presenta pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), con erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos aluvio-coluviales. Son superficiales, bien drenados, texturas medias, abundantes fragmentos de roca en el perfil, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media y fertilidad media.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican el 42% de la superficie está ocupado por hortalizas; 20% por bosque mixto; 15% por áreas urbanas; 12% por el cultivo de café; 5% por pastos naturales; 4% por granos básicos; 3% por vegetación arbustiva baja (matorral y/o guamil) (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son abundantes fragmentos de roca en el perfil; suelos superficiales, pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima templado, tales como café bajo sombra y aguacate hass, bambú, pacayas y otros. Asimismo, posee aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y el cultivo de hortalizas como tomate, chile, y otras especies hortícolas, es indispensable realizar terrazas de banco con taludes protegidos. Solo bajo estas condiciones sería posible el cultivo de estas especies.

Es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, implementar acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos para minimizar la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Incorporar fuentes de materia orgánica como restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos, con esto se mejoran las características físicas y químicas del suelo.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio; las dosis deben establecerse con base en los análisis de suelos de finca. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar cobre (Cu) y zinc (Zn). Dosis según análisis de suelos en finca. Estas tierras necesitan riego, se debe regar con láminas de volumen medio y aplicaciones frecuentes, por aspersión o goteo.

5.3.6.3.5 Grupo de manejo VIs-5

Tiene un área de 272 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **MQYb1** y **MQYc1** de la Consociación El Chato; **XQHb1** y **XQHc1** de la Consociación Agua Caliente, localizadas en el clima **templado subhúmedo**, en el tipo de relieve mesa de los paisajes montaña volcano-erosional y montaña fallada o de convergencia erosional. Presenta pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez). Son muy superficiales, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, materia orgánica media, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 38% de la superficie se encuentra ocupado por áreas urbanas; el 19% por vegetación arbustiva baja (matorral y/o guamil); 19% por pastos naturales; 16% por granos básicos; 5% por el cultivo de café; 3% por zonas de extracción minera (canteras) (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son: suelos muy superficiales; con pendientes ligera y moderadamente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es para actividades silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y el cultivo de hortalizas como tomate, chile, y otras especies hortícolas, es indispensable realizar terrazas de banco

con taludes protegidos y aumentar la profundidad efectiva de los suelos agregando suelo fértil. Solo bajo estas condiciones sería posible el cultivo de estas especies.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio; las dosis deben establecerse con base en los análisis de suelos de finca. Dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse de forma foliar cobre (Cu) y zinc (Zn). Dosis según análisis de suelos en finca. Estas tierras necesitan riego, se debe regar con láminas de volumen medio y aplicaciones frecuentes, por aspersión o goteo.

5.3.6.3.6 Grupo de manejo VIs-6

Tiene un área de 94 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **XWEdp2** de la Consociación El Tablón y **XWGdp2** de la Consociación Santa Rita Se encuentra en el tipo de relieve lomas del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional, Se ubica en el clima **semicálido semiseco.** Posee pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada.

Los suelos de este grupo se han originado de cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa. Son suelos superficiales, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH neutro, materia orgánica alta, abundantes fragmentos de roca en el perfil, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 49% de la superficie está ocupado por pasto natural, 31% por granos básicos, 20% por vegetación arbustiva baja (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta son abundantes fragmentos de roca en el perfil; mediana pedregosidad superficial; pendientes fuertemente inclinadas; erosión moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es agroforestal con cultivos perennes de clima semicálido, tales como plantaciones de cítricos, loroco, tamarindo, rosa de jamaica, maracuyá, bambú y otras. También presentan aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), el cultivo de hortalizas y plantas ornamentales (flores y follajes) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar sandía, melón, ayote, pepino, berenjena y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, así como establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. Establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar, debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse de forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitando el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Es importante construir reservorios de agua

para la época seca y forestarlos.

Es importante mantener el nivel de materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, por lo que se recomienda la adición de abonos orgánicos, abonos verdes provenientes de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno y restos de cosechas, esta práctica también ayuda a mejorar la retención del agua en el perfil. Respecto a la fertilización química, debe adicionarse los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como micronutrientes el Cobre y Zinc, las dosis deben ser calculadas según los análisis de suelos en finca. Necesitan riego, debe aplicarse láminas con cantidades moderadas de agua y aplicarlas en forma constante, por medio de aspersión o goteo.

5.3.7 Tierras de la Clase VII

Esta clase de capacidad de uso ocupa una superficie de **106,834 ha** que representa el **48.46%** del total departamental en jurisdicción de los municipios de Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San Miguel Petapa, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva, ver la foto representativa de la clase en la Figura 5.8.

Las limitaciones de estas tierras son muy severas; corresponden a una o más de las siguientes: pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, abundantes fragmentos de roca en el perfil, abundante pedregosidad superficial o drenaje muy pobre, por lo cual no son aptas para actividades agropecuarias. Son aptas para la realización de actividades forestales de producción forestal, tales como la instalación de plantaciones forestales para la producción y/o para el manejo productivo de bosques naturales existentes. Estas actividades son sujetas a planes de manejo supervisadas por el Servicio Forestal Nacional.



Figura 5.8 Clase VII de capacidad de uso. Plantación forestal, municipio de Palencia (Foto: J. del Cid, 2012)

Esta clase incluye las siguientes subclases: VIIp, VIIpe, VIIps, VIIe y VIIs.

5.3.7.1 Subclase por pendiente (VIIp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente; está integrada por los grupos de manejo VIIp-1 y VIIp-2.

5.3.7.1.1 Grupo de manejo VIIp-1

Ocupa un área de 53,430 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **LQAf2** de la Consociación Río Naranjo; **MBBf1, MBBf2 y MBBfp1** de la Consociación Santa Catarina; **MBCf1, MBCf2 y MBCfp1** de la Consociación Los Yoques; **MBDfpr2** de la Consociación La Campana; **MQBf1, MQBf2** de la Consociación Chinautla; **MQCf2** de la Consociación Tierra Blanca; **MQDf1, MQDf2, MQDfp2** de la Consociación Buena Vista; **MQEf1, MQEf2, MQEfp1 y MQEfp2** de la Consociación Rancho Quemado; **MQFf1, MQFf2 y MQFfp1** de la Consociación Pueblo Nuevo; **MQGfp2** de la Consociación El Sintul; **MQHf1, MQHf2 y MQHfp2** de la Consociación Sierra de Palencia; **MQIf2, MQIfp1 y MQIfp2** de la Consociación Agua de Las Minas; **MQJf1, MQJf2, MQJfp1 y MQJfp2** de la Consociación Tres Sabanas; **MQKf1, MQKf2, MQKfp1 y MQKfp2** de la Consociación Santa Faz; **MQZ(1)f1, MQZ(1)f2, MQZ(1)fp2 y MQZ(1)fpr2** de la Consociación Doña Delfina; M**SBfp2** del Complejo Pacaya; **MSCf1, MSCf2 y MSCfp1**de la Consociación Pinula; **MSDf1** de la Consociación Carmona; **MSEf1** de la Consociación Las Minas; **MSFf1, MSFf2 y MSFfp2** de la Consociación Las Nubes; **MSNfp2** de la Consociación Mirador Calderas; **XQAfp2** de la Consociación Santa Elena; **XQBf2** de la Consociación Estancia Grande; **XQDf2, XQDfp1 y XQDfp2** de la Consociación Cerro Curub. Localizadas en los climas **templado húmedo, templado subhúmedo** y **semifrío húmedo**, y en los relieves filas y vigas del paisaje lomerío volcano-erosional, montaña volcano-erosional y montaña fallada o de convergencia erosional y escarpe del paisaje de montaña volcano-erosional. Poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de diversos materiales parentales: basalto, andesita y dacita; calizas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; filitas, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas; tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas. Son suelos moderadamente superficiales a profundos; con drenaje bueno a moderadamente excesivo; texturas finas y medias; saturación de bases media a alta; capacidad de intercambio de cationes de media a alta; pH fuertemente ácido a neutro; materia orgánica media a alta; abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y fertilidad natural media a alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 34% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por bosque mixto; el 26% por vegetación arbustiva baja; el 10% por granos básicos (maíz y frijol); el 8% por pastos naturales; el 8% por el cultivo del café; el 5% por hortalizas; el 3% por arboles dispersos; el 3% por bosque de coníferas; el 3% por tejido urbano (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son: pendientes moderadamente escarpadas; abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo; abundante pedregosidad superficial, erosión ligera a moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente para producción forestal. Estas actividades forestales deben realizarse bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

En las fases de clima templado que son todas las indicadas, salvo las fases MSCf1, MSCf2, MSDf1, MSEf1, MSFf1, MSFf2, MSBfp2, MSCfp1, MSFfp2, MSNfp2, que son de clima semifrío, y en las áreas deforestadas y con la autorización del Servicio Forestal Nacional, podría establecerse sistemas agroforestales con café bajo sombra, solo bajo estrictas medidas de conservación de suelos y aguas, que incluyen: el establecimiento de los cafetos en pequeñas terrazas de banco con el declive contra la pendiente, o pequeñas terrazas individuales por planta, protegidos los taludes con gramíneas nativas u otras especies y siguiendo el contorno de las curvas a nivel; asimismo, este café debería establecerse bajo la sombra de un sistema agroforestal, constituida por al menos dos especies, una especie utilizada como sombra del café (*Inga* spp. *Gravillea* spp. otras) y una especie de porte medio, como la pacaya (*Chamaedorea* spp.) u otras, con el objetivo de proteger al suelo del impacto de la gota de lluvia.

Para un adecuado manejo del suelo se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica y mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas tales como: plantar siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras vivas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y terrazas individuales por planta. Realizar un plan anual de control de plagas y de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo supervisado por la autoridad forestal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Se recomienda mantener la hojarasca en superficie, incorporar cultivos de cobertura con leguminosas como fijadores de nitrógeno y/o mantener el sotobosque.

Estos suelos necesitan el aporte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, como micronutrientes el Cobre y Zinc, las dosis deben ser calculadas con base a los análisis de suelo realizados en finca. Las fases MBBf1, MBBf2, MSCf1, MSCf2, MSDf1, MSFf1 y MSFf2 presentan moderada retención de fosfatos, por lo que hay que aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca al área radicular. Si se necesitara riego en los primeros estadíos de las plantaciones forestales, aplicar láminas con altos volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por aspersión o goteo.

5.3.7.1.2 Grupo de manejo VIIp-2

Ocupa un área de 3,521 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **MPAfp1** y **MPAfp2** de la Consociación Rosa de Jamaica; **MPBfp1** y **MPBfp2** de la Consociación Los Manantiales; **XPAf2** y **XPAfpr2** de la Consociación Cotzibal; **XPBfp2** de la Consociación Los Mecates; **XWDfp1** y **XWDfp2** de la Consociación San Buenaventura. Localizadas en los climas **semicálido semiseco** y **semicálido subhúmedo**, y en el relieve filas y vigas de los paisajes montaña volcano-erosional y montaña fallada o de convergencia erosional. Posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y presentan erosión ligera a moderada.

Los suelos de este grupo se han originado a partir de los siguientes materiales parentales: areniscas, lutitas, lodolitas y pómez; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa; tobas e ignimbritas. Son suelos muy superficiales a profundos, con drenaje bueno y moderadamente excesivo; texturas finas y medias; saturación de bases media a alta; capacidad de intercambio de cationes de media a alta; pH ligeramente ácido a fuertemente alcalino; materia orgánica de baja a media y fertilidad natural de media a alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 51% de la superficie está ocupada por vegetación arbustiva baja; el 17% por pastos; el 14% por granos básicos (maíz y frijol); el 7% por bosque latifoliado; el 6% por bosque mixto; el 4% por el cultivo de café bajo sombra y el restante 1% por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitantes: pendientes moderadamente escarpadas; mediana y abundante pedregosidad superficial; erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La capacidad de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente para la producción forestal. Estas actividades forestales deben realizarse bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

En estas tierras debe mantenerse la cobertura vegetal permanente para evitar que el suelo este expuesto al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas tales como: plantar siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y terrazas individuales por planta. Realizar un plan anual de control de plagas y de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo.

Estos suelos necesitan el aporte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis deben basarse en los análisis de suelos realizados en finca. Si se necesitara riego en los primeros estadíos de las plantaciones forestales, aplicar láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes. En ambos casos, por aspersión o goteo.

5.3.7.2 Subclase por pendiente y erosión (VIIpe)

Esta subclase presenta limitantes por pendiente y erosión; está conformada por el grupo de manejo VIIpe-1.

5.3.7.2.1 Grupo de manejo VIIpe-1

Tiene un área de 22,225 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **ABKf3** y **ABKfp3** del grupo indiferenciado La Cuya; **ACAf3** del grupo indiferenciado Barrancos de Guatemala; **AQKf3** del grupo indiferenciado Río Poxol; **ASCf3** del grupo indiferenciado Río Xaltayá; **MCAf3** del grupo indiferenciado El Recreo; **MCBf3** y **MCBfp3** del grupo indiferenciado El Tabacal; **MCCf3** y **MCCfp3** del grupo indiferenciado Río Aguacapa. Localizadas en los climas **templado húmedo, templado subhúmedo**, y en el clima compuesto por **semifrío húmedo** a **templado subhúmedo** en relieve de cañones y cañadas de los paisajes altiplano hidro-volcánico y montaña volcano-erosional. Poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y presentan erosión severa.

Los suelos de este grupo se han originado a partir de los siguientes materiales parentales: tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas. Son suelos superficiales a moderadamente profundos, con drenaje moderadamente excesivo; texturas medias; saturación de bases media a alta; capacidad de intercambio de cationes media a alta; pH fuertemente ácido a neutro; materia orgánica media a alta; abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y fertilidad natural alta a muy alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 45% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por bosque mixto; el 20% por vegetación arbustiva baja; el 7% por el cultivo del café; el 5% por pastos; el 4% por granos básicos (maíz y frijol); el 2% por hortalizas; el 2% por bosque de coníferas; el 1% por árboles dispersos; el 1% por bosque latifoliado; el 13% por tejido urbano discontinuo (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitantes: pendientes moderadamente escarpadas; erosión severa; abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente y su propósito, es de servir como zona de amortiguamiento de los cañones y cañadas a los que pertenece. Las actividades forestales que se realicen deben hacerse bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

Se recomienda mantener la cobertura existente para evitar que el suelo quede expuesto al efecto erosivo de las gotas de lluvia y mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas que incluyan: la elaboración de acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, establecer barreras vivas. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Se recomienda que en estas tierras no se lleven a cabo actividades productivas.

5.3.7.3 Subclase por pendiente y suelos (VIIps)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente y suelos; está integrada por los grupos de manejo VIIps-1, VIIps-2 y VIIps-3.

5.3.7.3.1 Grupo de manejo VIIps-1

Ocupa un área de 140 ha. Este grupo de manejo está conformado por la fase **MJAfp2** de la Consociación Cerro Grande; en el clima **frío húmedo,** localizado en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje montaña volcano-erosional. Posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y presenta erosión moderada.

Estos suelos se han originado de tefras (cenizas volcánicas y pómez). Son suelos profundos, con drenaje moderadamente excesivo; texturas medias sobre gruesas; saturación de bases baja; capacidad de intercambio de cationes alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica alta, moderada retención fosfórica y fertilidad natural media

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 97% de la superficie, está ocupada por bosque mixto y el restante 3% por espacios con vegetación escasa (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son: pendientes moderadamente escarpadas; muy abundante pedregosidad superficial; moderada retención fosfórica, erosión moderada; drenaje moderadamente excesivo y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente para la producción forestal. Estas actividades forestales deben realizarse bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

Se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente y el sotobosque para disminuir el efecto del impacto de la gota de lluvia y el exceso de escorrentía superficial sobre el suelo desnudo. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos tales como: plantar siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y terrazas individuales

por planta. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo supervisado por la autoridad forestal. Estos suelos necesitan materia orgánica por lo que debe mantenerse la hojarasca e incorporar cultivos de cobertura (abonos verdes).

Estos suelos requieren Nitrógeno, Fósforo y Potasio, micronutrientes Cobre y Zinc. Las dosis deben calcularse según los análisis de suelos realizados localmente. Por la moderada retención fosfórica que presentan, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Si se necesitara riego en los primeros estadíos de las plantaciones forestales, aplicar láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por aspersión o goteo.

5.3.7.3.2 Grupo de manejo VIIps-2

Abarca un área de 2,860 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **MSAfp2** de la Consociación Cerro Chiquito; **XQBfp2** de la Consociación Estancia Grande; **XQCf1, XQCfp1** y **XQCfp2** de la Consociación Chuarrancho. Localizadas en los climas **templado subhúmedo y semifrío húmedo**, y en los relieves estrato volcán del paisaje montaña volcano-erosional y filas y vigas del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional. Poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos de este grupo se han originado de los siguientes materiales parentales: tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas. Son suelos superficiales a profundos, con drenaje moderadamente excesivo; texturas medias y gruesas; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes de media a alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica de media a alta; extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural media a alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 39% de la superficie es ocupada por vegetación arbustiva baja; el 23% por pastos; el 11% por granos básicos; el 8% por bosque mixto; el 6% por bosque latifoliado; el 6% por árboles dispersos; el 3% por espacios con vegetación escasa; el 2% por tejido urbano y el restante 2% por otros usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son: pendientes moderadamente escarpadas; extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo; muy abundante pedregosidad superficial; erosión ligera a moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente para la producción forestal. Estas actividades forestales deben realizarse bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

Se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que el suelo quede expuesto al efecto erosivo de la lluvia, así como mantener el sotobosque para reducir la escorrentía. En las plantaciones forestales debe implementarse muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas en las que se incluye: plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y terrazas individuales por planta. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que incluya el aprovechamiento forestal en época seca. De existir áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados, plantando especies arbóreas nativas. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas, mediante abonos verdes (con leguminosas con nódulos

fijadores de nitrógeno) y mantenimiento de la hojarasca.

Estas tierras necesitan el aporte de Nitrógeno y Fósforo, las dosis a utilizar deben calcularse tomando en cuenta los análisis de suelos realizados a nivel de finca. De necesitarse riego en los primeros estadíos de las plantaciones forestales, utilizar láminas con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes. En ambos casos por medio de aspersión o goteo.

5.3.7.3.3 Grupo de manejo VIIps-3

Tiene un área de 9,056 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **XPAfp2** de la Consociación Cotzibal; **XWAfp2** de la Consociación San José del Golfo; **XWBfp2** de la Consociación El Zarzal y **XWCfp2** de la Consociación Rancho Ignacia. Localizado en los climas **semicálido subhúmedo** y **semicálido semiseco** en el relieve filas y vigas del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional. Posee pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%) y presenta erosión moderada.

Los suelos de este grupo se han originado de areniscas, lutitas y lodolitas; filitas, esquistos, serpentinita, anfibolita; basalto, diabasa y calizas; serpentinita, peridotita y anfibolita. Son suelos muy superficiales a profundos, con drenaje bueno a excesivo; texturas medias y gruesas; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes de media a alta; pH ligeramente a fuertemente alcalino; materia orgánica de media a alta; extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural media a alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 79% de la superficie está ocupada por vegetación arbustiva baja; el 8% por pastos; el 8% por granos básicos (maíz y frijol); el 2% por bosque mixto; el restante 3% por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes generales que presenta este grupo de manejo son: pendientes moderadamente escarpadas; extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo; drenaje excesivo; erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente para la producción forestal. Estas actividades forestales deben realizarse bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

Se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que el suelo quede expuesto al efecto erosivo de la lluvia, así como mantener el sotobosque para reducir la escorrentía. En las plantaciones forestales debe implementarse muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas en las que se incluye: plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y terrazas individuales por planta. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que incluya el aprovechamiento forestal en época seca. De existir áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados, plantando especies arbóreas nativas. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas, mediante abonos verdes (con leguminosas con nódulos fijadores de nitrógeno) y mantenimiento de la hojarasca.

Estos suelos requieren Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis deben calcularse según los análisis de suelos en finca. Al necesitarse riego en los primeros estadíos de las plantaciones forestales, debe aplicarse láminas con

moderados volúmenes de agua y aplicaciones constantes, utilizando métodos de riego por aspersión o goteo.

5.3.7.4 Subclase por erosión (VIIe)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la erosión; está integrada por el grupo de manejo VIIe-1.

5.3.7.4.1 Grupo de manejo VIIe-1

Abarca una extensión de 8,086 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **ABKe3** del Grupo Indiferenciado La Cuya; **ACAd3, ACAe3 y ACAep3** del Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala; **ACBe3 y ACBep3** del Grupo Indiferenciado El Morro; **AQKe3** del Grupo Indiferenciado Río Poxol; **MCAe3** del Grupo Indiferenciado El Recreo; **MCBe3** del Grupo Indiferenciado El Tabacal y **MCCe3** del Grupo Indiferenciado Río Aguacapa. Localizado en los climas **templado húmedo, templado subhúmedo, semifrío húmedo a semicálido subhúmedo**, en el relieve cañones y cañadas de los paisajes montaña volcano-erosional y altiplano hidro-volcánico. Poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%) y presentan erosión severa.

Los suelos de este grupo se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas. Son suelos superficiales a profundos; con drenaje bueno y moderadamente excesivo; texturas medias; saturación de bases baja a alta; capacidad de intercambio de cationes baja a alta; pH fuertemente ácido a neutro; materia orgánica media a alta; fertilidad natural alta a muy alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 22% de la superficie, es ocupada por el cultivo del café; el 20% por bosque mixto; el 12% por vegetación arbustiva baja; el 8% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 7% por pastos; el 5% por bosque de coníferas; el 5% por plantaciones de coníferas; el 3% por el cultivo de la piña; el 1% por bosque latifoliado; el 1% por hortalizas; el 1% por arboles dispersos; el 13% por tejido urbano y el restante 2% por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes generales que presenta este grupo de manejo son: erosión severa; pendientes ligeramente escarpadas; drenaje excesivo y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente y su propósito, es de servir como **zona de amortiguamiento de los cañones y cañadas** a los que pertenece. Las actividades forestales que se realicen deben hacerse bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

Se recomienda mantener la cobertura existente para evitar que el suelo quede expuesto al efecto erosivo de las gotas de lluvia y mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas que incluyan: la elaboración de acequias de ladera con gramíneas en la parte superior, establecer barreras vivas. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Se recomienda que en estas tierras no se lleven a cabo actividades productivas.

5.3.7.5 Subclase por suelo (VIIs)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con el suelo; está integrada por los grupos de manejo VIIs-1, VIIs-2 y VIIs-3.

5.3.7.5.1 Grupo de manejo VIIs-1

Tiene un área de 3,740 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **MBGcp1**, **MBGdp1** y **MBGdp2** del Complejo Pacaya Grande; **XQGd1**, **XQGdp1**, **XQGe1**, **XQGe2**, **XQGep1** y **XQGep2** de la Consociación Vuelta Grande. Localizadas en los climas **templado húmedo y templado subhúmedo**, y en el relieve lomas de los paisajes montaña volcano-erosional y montaña fallada o de convergencia erosional. Poseen pendientes de moderadamente inclinadas (7-12%) a ligeramente escarpadas (25-50%) y presentan erosión ligera a moderada.

Los suelos de este grupo se han originado a partir de tefras (cenizas volcánicas y pómez); filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y calizas. Son suelos muy superficiales a superficiales; con drenaje bueno y moderadamente excesivo; texturas medias; saturación de bases baja a alta; capacidad de intercambio de cationes media a alta; pH ligeramente ácido a muy fuertemente ácido; materia orgánica media a alta; extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 32% de la superficie es ocupada por el cultivo de granos básicos; el 25% por vegetación arbustiva baja; el 14% por bosque mixto; el 9% por árboles dispersos; el 9% por pastos; el 2% por bosque latifoliado; 2% por el cultivo de piña; el 6% por tejido urbano; el restante 1% por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son: extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo; pendientes de moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas; suelos muy superficiales; erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente para la producción forestal. Estas actividades forestales deben realizarse bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

Se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que el suelo quede expuesto al efecto erosivo de la lluvia, así como mantener el sotobosque para reducir la escorrentía. En las plantaciones forestales debe implementarse muy fuertes prácticas de conservación de suelos y aguas en las que se incluye: plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y terrazas individuales por planta. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que incluya el aprovechamiento forestal en época seca. De existir áreas degradadas por sobreexplotación, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados, plantando especies arbóreas nativas. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas, mediante abonos verdes (con leguminosas con nódulos fijadores de nitrógeno) y mantenimiento de la hojarasca.

En estos suelos debe aplicarse Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis deben calcularse según los análisis de suelos realizados a nivel de finca. Si se necesitara riego en los primeros estadíos de las plantaciones forestales, regar con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, por medio de aspersión o goteo.

5.3.7.5.2 Grupo de manejo VIIs-2

Tiene un área de 3,776 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **XWFd2**, **XWFdp1**, **XWFdp2**, **XWFe2**, **XWFep1** y **XWFep2** de la Consociación El Limón, **XWHbp1**, **XWHbp2**, **XWHc1** y **XWHcp1** de

la Consociación La Soledad. Localizadas en el clima **semicálido semiseco** y en los relieves lomas y vallecitos del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional. Poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%) y presentan erosión ligera a moderada.

Los suelos de este grupo se han originado a partir de depósitos aluvio-coluviales; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa. Son suelos superficiales; bien drenados; texturas medias; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes media a alta; pH ligeramente alcalino a fuertemente alcalino; materia orgánica baja y alta; extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil y fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indica que el 57% de la superficie está ocupada por vegetación arbustiva baja; el 29% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 11% por pastos; el 1% por bosque mixto; el 1% por árboles dispersos; el restante 1% por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitantes: extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil; abundante pedregosidad superficial; pendientes de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas; erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de estas tierras es forestal, aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente para la producción forestal. Estas actividades forestales deben realizarse bajo planes de manejo supervisados por el Servicio Forestal Nacional.

Para el manejo de estas tierras se recomienda mantener la cobertura vegetal presente y así evitar que el suelo quede descubierto y expuesto al impacto de la gota de lluvia, debe mantenerse la vegetación baja (sotobosque), para evitar la escorrentía provocada por las lluvias. Para las plantaciones forestales implementar fuertes prácticas de conservación de suelos que incluyan: plantar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera con gramíneas en la parte superior y terrazas individuales por planta, con el talud en contra de la pendiente y reforzado con los fragmentos presentes en el perfil. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que incluya el aprovechamiento del bosque en época seca. Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que es importante mantener la hojarasca y sembrar e incorporar abonos verdes con especies de leguminosas con nódulos fijadores de nitrógeno.

En estos suelos se debe aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis deben estar calculadas según los análisis de suelos realizados a nivel de finca. Si en los primeros estadíos de las plantaciones forestales se necesitara riego, regar con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes, ya sea por aspersión o goteo.

5.3.8 Tierras de la Clase VIII

Esta clase de tierras ocupa una superficie de **12,245 ha** que representa el **5.55%** del total departamental en jurisdicción de los municipios Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San Miguel Petapa, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Raimundo, Villa Canales, Villa Nueva. Ver el paisaje característico de esta clase en la Figura 5.9.

Estas tierras poseen limitaciones extremadamente severas que restringen su utilización en la producción agropecuaria y forestal, deben dedicarse a la conservación de los recursos naturales, las fuentes de agua y la biodiversidad.

Las subclases determinadas son VIIIp y VIIIe.



Figura 5.9 Clase VIII de capacidad de uso. Tierras de vocación para la conservación de los recursos naturales, la protección de fuentes de agua y la biodiversidad (Foto: O. Hernández, 2012

5.3.8.1 Subclase por pendiente (VIIIp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente; está integrada por los grupos de manejo VIIIp-1 y VIIIp-2.

5.3.8.1.1 Grupo de manejo VIIIp-1

Tiene una superficie de 10,108 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **MBCg2** de la Consociación Los Yoques; **MQBg2** de la Consociación Chinautlla; **MQEgp2** de la Consociación Rancho Quemado; **MQHgpr2** de la Consociación Sierra de Palencia; **MQZ^{1}gr1** y **MQZ^{1}gr2** de la Consociación Doña Delfina; **MSCg2** de la consociación Pinula; **MSDg2** de la Consociación Carmona; **MSEg1** y **MSEgpr2** de la Consociación Las Minas; **MSFg2** de la Consociación Las Nubes; **XPAgp2** de la Consociación Cotzibal; **XQDgp2** de la Consociación Cerro Curub; **XWAgp1** y **XWAgp**2 de la Consociación San José del Golfo. Localizadas en los climas **semicálido semiseco, semicálido subhúmedo, templado húmedo, templado subhúmedo y semifrío húmedo,** y en los relieves filas y vigas y escarpes del paisaje montaña volcano-erosional y filas y vigas del paisaje montaña fallada o de convergencia erosional. Poseen pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y presentan erosión ligera a moderada.

Los suelos de este grupo se han originado de diversos materiales parentales: areniscas, lutitas, lodolitas y pómez; basalto, andesita y dacita; filitas, esquistos, serpentinitas, anfibolitas, basalto, diabasa y calizas; tefras (cenizas volcánicas y pómez); tobas e ignimbritas. Son suelos muy superficiales a profundos, con drenaje moderadamente excesivo y excesivo; texturas finas a gruesas; saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de media a alta; pH de ligeramente ácido a ligeramente alcalino, materia orgánica de baja a alta; extremadamente abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo y fertilidad natural de media a alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 36% de la superficie es ocupada por bosque mixto; el 27% por vegetación arbustiva baja; el 13% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 7% por pastos; el 5% por hortalizas; 5% por el cultivo del café; 4% por árboles dispersos; el 1% por plantaciones de coníferas; el 1% por tejido urbano y el restante 1% por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presenta este grupo de manejo son: pendientes fuertemente escarpadas; erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es la conservación de los recursos naturales, los recursos hídricos y la biodiversidad asociada.

Debe conservarse toda la vegetación existente, propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas, establecer programas de recuperación de suelos erosionados por medio de la regeneración natural y/o la plantación de especies arbóreas nativas. Evitar la extracción de recursos naturales, evitar las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales. Establecer un sistema de monitoreo para la conservación de estas áreas.

5.3.8.1.2 Grupo de manejo VIIIp-2

Posee un área de 1,285 ha. Este grupo de manejo está conformado por las fases **MCAg3** del Grupo Indiferenciado El Recreo; **MCBg3** del Grupo Indiferenciado El Tabacal; **MCCg3** y **MCCgp3** del Grupo Indiferenciado Río Aguacapa. Localizado en los climas **semifrío húmedo a semicálido subhúmedo,** en el relieve cañones y cañadas del paisaje montaña volcano-erosional. Poseen pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y presentan erosión severa.

Los suelos de este grupo se han originado de tobas e ignimbritas; tefras (cenizas volcánicas y pómez). Son suelos superficiales a profundos; con drenaje moderadamente excesivo; texturas medias; saturación de bases alta; capacidad de intercambio de cationes de media a alta; pH ligeramente ácido a neutro; materia orgánica de media a alta en superficie; erosión severa, fertilidad natural alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 28% de la superficie está ocupada por bosque mixto; el 24% por el cultivo del café; el 21% por vegetación arbustiva baja; el 11% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 6% por bosque latifoliado; el 5% por pastos; el 1% por plantaciones de coníferas; el 1% por tejido urbano y el restante 3% por diversos usos (DIGEGR, 2010).

Las limitantes que presentan este grupo de manejo son: pendientes fuertemente escarpadas; erosión severa y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La capacidad de uso de estas tierras es la conservación de los recursos naturales, los recursos hídricos y la biodiversidad asociada.

Debe conservarse toda la vegetación existente, propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas, establecer programas de recuperación de suelos erosionados por medio de la regeneración natural y/o la plantación de especies arbóreas nativas. Evitar la extracción de recursos naturales, evitar las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales. Establecer un sistema de monitoreo para la conservación de estas áreas.

5.3.8.2 Subclase por erosión y suelo (VIIIes)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la erosión y suelo; está integrada por el grupo de manejo VIIIes-1.

5.3.8.2.1 Grupo de manejo VIIIes-1

Este grupo está conformado por áreas de colada de lava actual **(CL),** asimismo, por las áreas de cantera **(CN)** y áreas de misceláneos erosionados **(ME)**, también forma parte de este grupo las tierras de cenizas **(TC)**, poseen un área de 852 ha.

Se ubica en los climas **templado húmedo**, **templado subhúmedo**, **semifrío húmedo** y **frío húmedo**; dentro de los paisajes de montaña volcano-erosional, altiplano hidro-volcánico y planicie fluvio-lacustre; en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), con erosión muy severa.

Los suelos de este grupo se han originado de los materiales parentales: basalto, andesita y dacita; calizas y tefras, cenizas volcánicas y pómez. En áreas pequeñas y aisladas donde comienza a formarse el suelo se presentan matorrales dispersos.

Estas áreas no son aptas para actividades agropecuarias ni forestales, la capacidad de uso de estas tierras es la conservación de los recursos naturales, los recursos hídricos y la biodiversidad asociada. Las superficies de Cantera y Misceláneos Erosionados son áreas de extracción de materiales y minerales.

5.4 BIBLIOGRAFÍA

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2014. Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 62 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2010. Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 62 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2009. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento del Magdalena. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 496 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 110 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2002. Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 110 p.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2013. Estudio Semidetallado de Suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. 900 p.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de **Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2013.** Estudio Semidetallado de Suelos del departamento de Sololá, Guatemala. 900 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2010. Estudio Semidetallado de Suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala. 969 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2009. Mapa de uso actual del Departamento de Sololá, obtenido a través de metodologías participativas. Leyenda Corine Land Cover. Inédito.

CAPÍTULO 6

ZONIFICACIÓN DE TIERRAS





CAPÍTULO 6. ZONIFICACIÓN DE TIERRAS

INTRODUCCIÓN

La zonificación de tierras del departamento de Guatemala se realizó con base en los datos obtenidos del estudio de suelos; se utilizó la información climática, geomorfológica y edáfica, para delimitar geográficamente las potencialidades del territorio y sus limitaciones.

Las unidades de zonificación hacen referencia en primer lugar a las clases de utilización mayor en el departamento, siendo estas: agrícola, agroforestal, forestal, conservación y otras categorías; en segundo lugar se identifican los sistemas de producción o las formas de utilización, los cuales son: cultivos transitorios intensivos (CTI), cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), cultivos permanentes intensivos (CPI), cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), agrosilvopastoril (ASP), forestal productor (FPD), áreas de conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (ARNB), conservación y recuperación (CRE); parque nacional (PN); reserva natural privada (RNP); reserva protectora de manantiales (RPM); canteras (CN); centros urbanos (CU) y cuerpos de agua (CA).

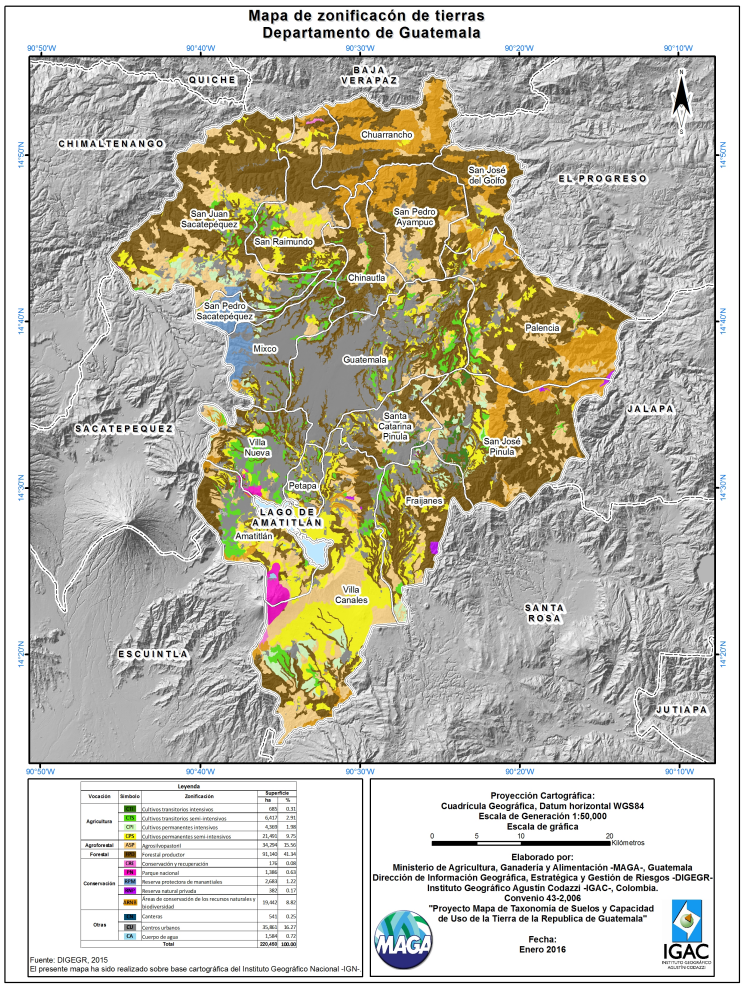


Figura 6.1 Mapa de zonificación de tierras del departamento de Guatemala

Para realizar el análisis con el cual se clasifica cada fase de suelos y la pertenencia de cada categoría de zonificación, se utilizó la información presentada en el cuadro 6.1 la cual se complementa con el cuadro A-39 del anexo de este documento (capítulo de métodos y procedimientos).

Al identificar los factores físicos que se muestran en el Cuadro 6.1 se agruparon unidades de tierras con limitaciones y aptitudes similares para las categorías de zonificación determinadas. La leyenda de zonificación informa sobre la capacidad de uso de las fases que componen cada unidad cartográfica y su uso principal. Los otros usos mencionados en la descripción son compatibles con el uso principal, pero éste es el que se utiliza como expresión de la capacidad de uso, razón por la cual se vincula con los símbolos de las unidades cartográficas.

En la Figura 6.1 se presenta el mapa de zonificación de tierras del departamento de Guatemala.

Cuadro 6.1 Variables utilizadas en la evaluación del uso principal de las tierras del departamento de Guatemala, a escala 1:50,000

VOCACION GENERAL	USO PRINCIPAL	VARIABLES										
		Unidades Climáticas (Clases)*	Pendiente (%)	Erosión	Drenaje Natural	Inundaciones o Encharcamientos	Profundidad Efectiva (cm)	Fertilidad	Fragmentos de roca en el Suelo	Pedregosidad superficial	Afloramiento Rocoso	Grupo Textural
AGRICULTURA	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	3,7,11,12, 16,20	0 – 7	Hasta ligera	Bueno	No o Raras	> 50	Moderada o Mayor	< 3	< 0.1	< 2	Media Moderadamente fina Moderadamente gruesa
	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12,15, 16,19,20	7 – 12	Hasta ligera	Bueno a Imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 3	< 0.1	< 2	Media Moderadamente fina Moderadamente gruesa Fina
	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	3,4,7,11,12, 16,20	< 25	Hasta ligera	Bueno o moderado	Raras	> 50	Baja o Mayor	<15	< 3	< 25	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina
	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	2,3,4,6,7,8,10,11,12,15, 16,19,20	< 25	Hasta moderada	Bueno a imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 35	≤ 15	< 25	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina
AGROFORESTAL	Agrosilvopastoril (ASP)	2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,14,15, 16,19,20	< 50	Hasta moderada	Imperfecto a excesivo	Frecuentes	> 25	Muy baja o mayor	< 60	< 50	< 90	Todos
FORESTAL	Forestal productor (FPD)	2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,14,15, 16,19,20,23	< 75	Hasta severa	Pobre a excesivo	Ocasionales	> 25	Baja o mayor	< 60	< 90	< 90	Todos
CONSERVACIÓN	Áreas de conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (ARNB)	Todos (1 a 25)	> 75	------	--------	----------	< 10	--------	-------	--------	------	--------
	Conservación y recuperación (CRE)	Todos (1 a 25)	---	Muy severa	---	---	< 10	---	---	---	---	---
	Parque nacional (PN)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Reserva natural privada (RNP)		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Reserva protectora de manantiales	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
OTRAS CATEGORIAS	Canteras (CN)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Centros urbanos (CU)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Cuerpos de agua (CA)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

*** Los números de la columna de unidades climáticas se refieren a los correlativos de las Unidades Climáticas identificadas para la República de Guatemala (ver cuadro A-5 del Anexo A)**

6.1 UNIDADES DE ZONIFICACIÓN DE TIERRAS

Las tierras del departamento de Guatemala se encuentran localizadas en los paisajes Montaña volcano–erosional; Montaña fallada o de convergencia erosional; Lomerío volcano – erosional; Altiplano hidro – volcánico y Planicie fluvio – lacustre; sus suelos son aptos para el establecimiento de sistemas agrícolas semi-intensivos; cultivos permanentes intensivos y semi-intensivos; silvopastoriles, forestales de producción; los centros urbanos presentan una proporción importante de la superficie del departamento.

En el departamento se encuentran tierras con aptitud *agrícola (CTI+CTS+CPI+CPS)*, con un área de **32,962** hectáreas (ha) que corresponden al **14.95%** de la superficie total; tierras con aptitud *agroforestal (ASP)* **34,294** ha (**15.56%**); tierras con aptitud *forestal (FPD)* **91,140** ha (**41.34%**); tierras que deben ser *protegidas* o dedicadas a la *conservación (ARNB+CRE+RNP+RPM+PN)* **24,069** ha (**10.92%**); o*tras zonas* (canteras, centros urbanos y cuerpos de agua) **37,986** ha (**17.24%**).

La figura 6.2 muestra la distribución relativa de las tierras en el departamento, de acuerdo con su aptitud.

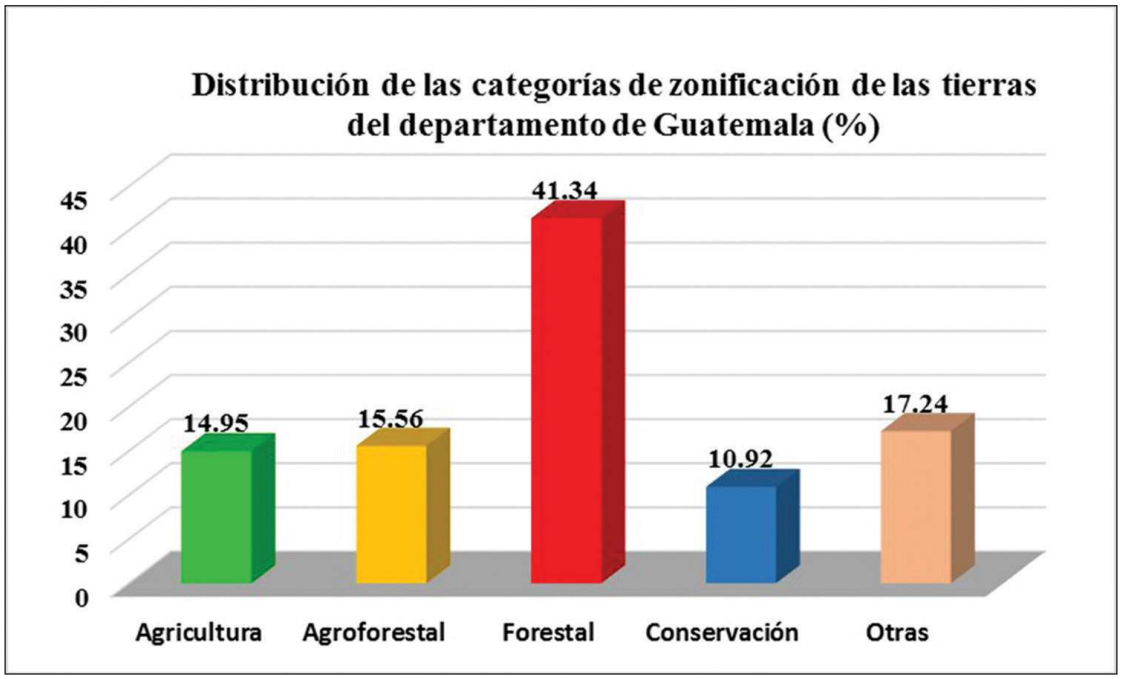


Figura 6.2 Categorías de zonificación de tierras identificadas en el departamento de Guatemala

En el cuadro 6.2 se presenta la leyenda de unidades de zonificación de tierras del departamento de Guatemala, de acuerdo con su categoría: agricultura, agroforestal, forestal, conservación y recuperación, así como otras categorías entre ellas las áreas urbanas y cuerpos de agua.



Cuadro 6.2 Unidades de Zonificación de Tierras del Departamento de Guatemala

Vocación de Uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas de Suelos*	Área	
					ha	%
Agrícola	**Cultivos transitorios intensivos**	Tierras con pendientes ligeramente planas y ligeramente inclinadas (<7%); erosión ligera; deficientes precipitaciones durante un semestre del año; suelos profundos; con fertilidad natural alta; texturas medias; posee ligeras limitantes para la agricultura y la ganadería; son productivos y requieren de ligeras prácticas para el manejo y conservación de suelos.	**CTI**	ABFb1.	685	0.31
	Cultivos transitorios semi-intensivos	Tierras con pendientes hasta moderadamente inclinadas (<12%); erosión ligera; deficientes precipitaciones durante un semestre del año; suelos superficiales, moderadamente profundos y profundos; fertilidad natural media a muy alta; texturas finas y medias. Son aptas para cultivos y ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas moderadas para el manejo y conservación de suelos; además de las indicadas para los cultivos transitorios intensivos; generalmente requieren riego suplementario en el semestre seco.	**CTS**	ABDc1, ABFc1, AQBc1, AQFa1, AQFb1, AQFc1, AQGb1, AQGc1, AQHb1, AQHc1, FQAb1, MBFc1, MBHc1, MBKc1, MQLc1, MQVc1, MQWb1, MQZ^{2}b1, MQZ^{2}c1, MQZ^{3}c1, MSGc1, MSÑc1	6,417	2.91
	Cultivos permanentes intensivos	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%); erosión ligera; deficientes precipitaciones durante un semestre del año; suelos moderadamente superficiales a profundos; con fertilidad natural media a muy alta; texturas finas y medias. Tierras adecuadas para la agricultura con cultivos permanentes intensivos y ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas moderadas de conservación de suelos, además de prácticas culturales como la siembra al contorno, siguiendo curvas a nivel; implementación de barreras vivas; fertilización con abono orgánico y químico; requieren riego suplementario en el semestre seco.	**CPI**	ABGb1, ABGc1, ABBd1, ABDd1, ABLb1, ABLc1, MBEd1, MBFd1, MBHd1, MBId1, MBJd1, MBKd1, MSGd1, MSHd1, MSId1, MSKd1, MSLb1, MSLd1	4,369	1.98
	Cultivos permanentes semi-intensivos	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%); erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año; suelos moderadamente superficiales a profundos; fertilidad natural media, alta y muy alta; texturas finas y medias; frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo. Adecuadas para la agricultura con cultivos permanentes semi-intensivos y para la ganadería semi-intensiva. Requieren labranza mínima, moderadas a fuertes prácticas de conservación de suelo y aguas, siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas y muertas, para reducir los efectos de la erosión hídrica y cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica. Se necesita mantener la cobertura vegetal para reducir el impacto de la gota de lluvia. Requieren riego suplementario en el semestre seco.	**CPS**	ABBd2, ABDcp1, ABDdp1, ABFb2, ABGb2, ABGbp1, ABGcp1, ABHcp1, ABJd2, AQAd2, AQBd, AQBd1, AQBd2, AQBdp1,AQCd1, AQDd1, AQDd2, AQEc1, AQEd1, AQFb2, AQFc2, AQHcp1, AQIb1, AQIb2, AQIc2, AQIcp1, AQJd1, AQLc1, AQLc2, AQLcp1, FPAa1, FPBa1, FPBb1, FPCb1, LQCbp1, LQCbp2, LQCcp1, LQCcp2, MBHd2, MBHdp1, MBJcp1, MBKd2, MPCdp2, MPDdp2, MQLcp1, MQLd1, MQLd2, MQMcp1, MQMd1, MQMdp1, MQNc2, MQNd1, MQNd2, MQNdp1, MQÑd1, MQPcp1, MQPd1, MQPdp2, MQSd1, MQSd2, MQTb1, MQTc1, MQTd1, MQTdp1, MQUb1, MQUc1, MQUcp1, MQUd1, MQUdp1, MQVc2, MQVcp1, MQVd1, MQVd2, MQVdp1, MQVdp2, MQWc2, MQXb1, MQZ^{3}c2, MQZ^{3}cp1, MQZ^{3}c2, MQZ^{3}cp2, MSGd2, MSLd2, MSLdp1, MSLdp2, XPCc2, XPCcp2, XPCdp1, XPCdp2, XPDbp1, XPDbp2, XPDcp1, XPEbp2, XQIb1, XQId1, XQId2, XQIdp1, XQIdp2	21,491	9.75

Vocación de Uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas de Suelos*	Área	
					ha	%
Agroforestal	**Agrosilvopastoril**	Tierras con pendientes hasta ligeramente escarpadas (<50%); erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año; suelos superficiales a profundos; fertilidad natural media a muy alta; texturas muy finas a gruesas; pedregosidad superficial (<50%); fragmentos de roca en el perfil del suelo (<60%). Estas tierras no son mecanizables; presentan aptitud agrosilvopastoril (Sistemas productivos que combinan cultivos agrícolas y forestales, con el pastoreo). Requieren moderadas a fuertes prácticas de manejo y conservación de suelos, cobertura permanente. Requieren riego suplementario en el semestre seco.	**ASP**	ABAdp1, ABAep1, ABBe1, ABBe2, ABCcp1, ABCd1, ABCdp1, ABCdp2, ABCep1, ABEe2, ABJe1, ABLcp1, AQAe1, AQAe2, AQAep1, AQBe1, AQBe2, AQCe1, AQDe1, ASAe1, ASAe2, ASBc1, LQAep2, LQBc1, LQBcp1, LQBd1, MBAe2, MBEe1, MBEe2, MBFe1, MBHe1, MBIe1, MBIe2, MBJdp1, MBJe1, MBJe2, MBJep1, MBJep2, MBLe1, MBLe2, MBMcp1, MBMcp2, MPCep2, MQAcp1, MQAdp2, MQAep2, MQLe1, MQLe2, MQLep2, MQNe1, MQNe2, MQNep1, MQNep2, MQÑe1, MQÑe2, MQÑep1, MQOd1, MQOd2, MQOdp2, MQOe1, MQOe2, MQOep1, MQOep2, MQPe1, MQPe2, MQPep1, MQPep2, MQQd1, MQQe1, MQQe2, MQQep1, MQRd1, MQRdp1, MQRe2, MQRep1, MQRep2, MQSe1, MQSe2, MQSep2, MQTe1, MQTep1, MQTep2, MQVe1, MQVep1, MQYb1, MQYc1, MQZ^{l}e1, MQZ^{l}e2, MSAep2, MSDe1, MSGe1, MSGe2, MSHe2, MSIe1, MSIe2, MSJe1, MSKe1, MSKe2, MSLe1, XPCe1, XPCe2, XPCep2, XPCepr2, XQEdp2, XQEe2, XQEep1, XQEep2, XQFd1, XQFdp1, XQFdp2, XQFe2, XQFep1, XQFep2, XWEdp2, XWEe2, XWEep1, XWEep2, XWGdp2, XWGep1, XWGep2, XWIbp1, XWIbp2, XWIc1, XWIcp1	34,294	15.56









Vocación de Uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas de Suelos*	Área	
					ha	%
Forestal	**Forestal productor**	Tierras con pendientes hasta moderadamente escarpadas (<75%); erosión ligera, moderada y severa; texturas finas a gruesas; presentan pedregosidad superficial (<60%); fragmentos de roca en el perfil del suelo (<65%); suelos muy superficiales a profundos; fertilidad natural media a muy alta. Estas tierras tienen aptitud forestal de producción; requieren fuertes prácticas de suelos y aguas para el manejo forestal, para mantener la sostenibilidad del bosque natural o plantado; realizar control de incendios forestales y selección de especies, bajo planes de manejo supervisados por el servicio nacional forestal.	**FPD**	ABKe3, ABKf3, ABKfp3, ACAd3, ACAe3, ACAep3, ACAf3, ACBe3, ACBep3, AQKe3, AQKf3, ASCf3, LQAf2, MBBf1, MBBf2, MBBfp1, MBCf1, MBCf2, MBCfp1, MBDfpr2, MCAe3, MCAf3, MCBe3, MCBf3, MCBfp3, MCCe3, MCCf3, MCCfp3, MPAfp1, MPAfp2, MPBfp1, MPBfp2, MQBf1, MQBf2, MQCf2, MQDf1, MQDf2, MQDfp2, MQEf1, MQEf2, MQEfp1, MQEfp2, MQFf1, MQFf2, MQFfp1, MQGfp2, MQHf1, MQHf2, MQHfp2, MQIf2, MQIfp1, MQIfp2, MQJf1, MQJf2, MQJfp1, MQJfp2, MQKf1, MQKf2, MQKfp1, MQKfp2, MQZ^{l}f1, MQZ^{l}f2, MQZ^{l}fp2, MQZ^{l}fpr2, MSAfp2, MSCf1, MSCf2, MSCfp1, MSDf1, MSEf1, MSFf1, MSFf2, MSFfp2, MSNfp2, XPAf2, XPAfp2, XPAfpr2, XPBfp2, XQAfp2, XQBf2, XQBfp2, XQDf2, XQDfp1, XQDfp2, XQGd1, XQGdp1, XQGe1, XQGe2, XQGep1, XQGep2, XQHb1, XQHc1, XWAfp2, XWBfp2, XWDfp1, XWDfp2, XWHbp1, XWHbp2, XWHc1, XWHcp1	91,140	41.34

Vocación de Uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas de Suelos*	Área	
					ha	%
Conservación	Áreas de conservación de recursos naturales y biodiversidad	Tierras con pendientes desde ligeramente planas (<3%) hasta fuertemente escarpadas (>75); erosión ligera a severa; deficientes precipitaciones en un semestre del año; drenaje desde muy pobre a excesivo; suelos desde muy superficiales hasta profundos; texturas muy finas, finas, medias y gruesas; presencia de pedregosidad superficial; fragmentos de roca en el perfil del suelo; afloramientos rocosos en algunas áreas. Requieren prácticas muy fuertes de recuperación, estabilización y control de la erosión, reforestación o regeneración natural, programas de control de incendios.	ARNB	ABIaz, MBCg2, MBGcp1, MBGdp1, MBGdp2, MCAg3, MCBg3, MCCg3, MCCgp3, MQBg2, MQEgp2, MQHgpr2, MQZ^{l}gr1, MQZ^{l}gr2, MSCg2, MSDg2, MSEg1, MSEgpr2, MSFg2, XPAgp2, XQCf1, XQCfp1, XQCfp2, XQDgp2, XWAgp1, XWAgp2, XWCfp2, XWFd2, XWFdp1, XWFdp2, XWFe2, XWFep1, XWFep2	19,442	8.82
	Conservación y recuperación	Tierras con pendientes desde ligeramente inclinadas a fuertemente escarpadas (3 a >75%), erosión muy severa. Requieren prácticas muy intensas de recuperación, estabilización y control de la erosión, reforestación o regeneración natural, programas de control de incendios.	CRE	CL, ME	176	0.08
	Áreas de reserva natural	Son tierras protegidas legalmente, de uso exclusivo para la conservación de los recursos naturales, ecosistemas estratégicos para la protección de la flora y la fauna, y el turismo dirigido, en las cuales no se permite ningún tipo de actividad extractiva y en general todas aquellas que vayan en detrimento del equilibrio ecológico en el área.	Parque nacional	PN	1,386	0.63
			Reserva natural privada	RNP	382	0.17
			Reserva protectora de manantiales	RPM	2,683	1.22
Otras categorías	Canteras	Canteras	CN	CN	541	0.25
	Centros urbanos	Centros urbanos	CU	CU	35,861	16.27
	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua (Lago de Amatitlán, Laguna de Calderas, etc.)	CA	CA	1,584	0.72
Área total					**220,450**	**100**

*** La información que contienen las Unidades Cartográficas de Suelos y la interpretación de los símbolos se puede consultar en el Capítulo 4 de este documento.**





A continuación se presenta en detalle la aptitud de las tierras del departamento de Guatemala:

6.1.1 Tierras con aptitud agrícola

Se definen bajo este concepto todas las tierras que por las características de suelos, relieve y clima permiten el establecimiento de sistemas de producción agrícola con plantas cultivadas de diferentes ciclos de vida, aunque mayormente de ciclo corto e intensivas prácticas culturales.

Las tierras cultivadas en el departamento de Guatemala suman una extensión de **32,962** ha, correspondiente al **14.95%** del área total del departamento. Desde el punto de vista de calidad de los suelos, las actividades productivas recomendadas deben ser agrícolas con cultivos de diferente ciclo de vida, intensidad en el uso de los recursos naturales, tecnológicos y destino de mercado. A este tipo de aptitud corresponden las categorías de cultivos transitorios intensivos (CTI), cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), cultivos permanentes intensivos (CPI) y cultivos permanentes semi-intensivos (CPS).

En la Figura 6.3 se muestra la distribución de los usos principales en las tierras con aptitud agrícola.

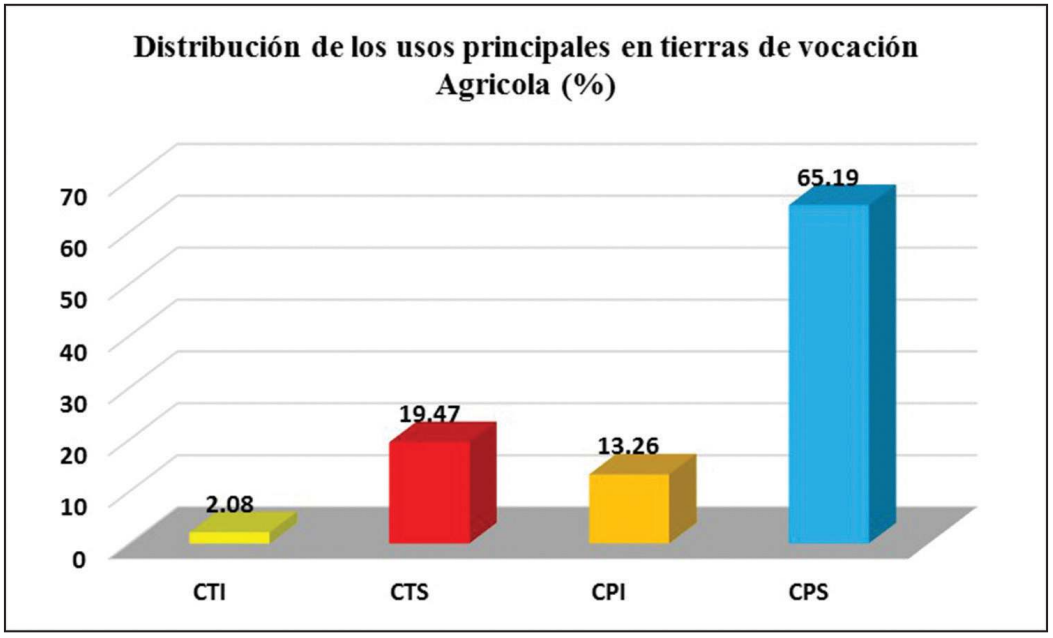


Figura 6.3 Porcentaje de tierras con aptitud agrícola: CTI, CTS, CPI y CPS

6.1.1.1 Cultivos transitorios intensivos (CTI)

Estas tierras se localizan en los municipios de Fraijanes, Palencia, San José Pínula y Santa Catarina Pinula. Abarcan una extensión de **685** ha que corresponden al **2.08%** de las tierras con aptitud agrícola y al **0.31%** del área total del departamento. A esta categoría pertenece la fase ABFb1, de la unidad cartográfica Consociación Ciénaga Grande.

El tipo de relieve corresponde a terraza, del paisaje de altiplano hidro-volcánico; los materiales parentales sobre los que se han desarrollado los suelos son tefras, cenizas volcánicas y pómez. Tierras con pendientes

hasta ligeramente inclinadas (<7%); en clima templado húmedo (B); se caracterizan por presentar erosión ligera; deficientes precipitaciones durante un semestre del año; los suelos son profundos; fertilidad natural alta; texturas medias.

Son productivas, con ligeras limitaciones para la agricultura y la ganadería intensiva y semi-intensiva. Requieren ligeras prácticas para el manejo y conservación de suelos como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y cortinas rompevientos, también requieren una adecuada fertilización y labranza liviana para evitar la destrucción de la estructura de los horizontes superficiales.

Estas tierras necesitan el establecimiento de medidas de conservación de suelos ya que son susceptibles a la erosión eólica e hídrica, sobre todo al dejarlos descubiertos de vegetación, esto sucede en las labores de preparación de tierras. No se recomienda la quema de residuos de las cosechas, estos deben incorporarse al suelo para mejorar la estructura, mantener la humedad y la fertilidad. Además, es importante realizar labores en forma liviana para evitar la formación de horizontes compactados (pisos de arado) que pueden dificultar el drenaje y la aireación.

Pueden dedicarse a la producción comercial de cultivos de hortalizas (repollo, coliflor, lechuga, tomate, chile pimiento, cebolla, otros), granos básicos (maíz, fríjol), además de otros cultivos intensivos y ganadería intensiva y semi-intensiva, se recomienda trabajar con hatos mejorados, pastos de corte, pastos cultivados y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido con una apropiada rotación, fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo. En la Figura 6.4 se puede apreciar un ejemplo de estas tierras.



Figura 6.4 Tierras de aptitud agrícola con cultivos transitorios intensivos (CTI) de maíz, municipio de Fraijanes (Foto: W. González, 2011)

6.1.1.2 Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)

Estas tierras se localizan en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva. Abarcan una extensión de **6,417** ha que corresponden al **19.47%** de las tierras con aptitud agrícola y al **2.91%** del área total del departamento.

A esta categoría pertenecen las fases de las unidades cartográficas: Consociación Agua Tibia (ABDc1), Consociación Ciénaga Grande (ABFc1), Consociación Ojo de Agua (AQBc1), Consociación Valle de la Ermita (AQFa1, AQFb1, AQFc1), Consociación Los Guajes (AQGb1, AQGc1), Consociación Mindanao (AQHb1, AQHc1), Consociación Amatitlán (FQAb1), Consociación Santa Isabel (MBFc1), Consociación Las Escobas (MBHc1), Consociación Lourdes (MBKc1), Consociación Villa Canales (MQLc1), Consociación Los Paternales (MQVc1), Consociación Chuaxán (MQWb1), Consociación El Edén (MQZ^2b1, MQZ^2c1), Complejo Río Mogollón (MQZ^3c1), Consociación San Francisco (MSGc1) y Consociación Colorado (MSÑc1).

Los tipos de relieve identificados corresponden a lomas, terrazas y abanico - terraza, en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en abanico aluvial, del paisaje de planicie fluvio-lacustre; en lomas, glacís, mesa, plano de inundación y vallecito del paisaje de montaña volcano-erosional. Los suelos de estas tierras han evolucionado sobre los materiales parentales de tefras, cenizas volcánicas y pómez; tefras, pómez y lodos; depósitos coluvio-aluviales y depósitos aluvio-coluviales.

Las pendientes varían entre ligera y moderadamente inclinadas (3 a 12%); en clima semifrío húmedo, templado húmedo y templado subhúmedo, caracterizándose por presentar erosión ligera; drenaje moderado y bueno; suelos superficiales, moderadamente profundos y profundos; con fertilidad natural media, alta y muy alta; texturas finas y medias.

Presentan ligeras limitaciones para la agricultura y la ganadería intensiva y semi-intensiva. Requieren ligeras prácticas de conservación de suelos como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, estableciendo barreras vivas y cortinas rompevientos, también requieren una adecuada fertilización y labranza liviana para evitar la destrucción de la estructura de los horizontes superficiales.

En estas tierras es necesario establecer medidas de conservación de suelos ya que son susceptibles a la erosión eólica e hídrica, sobre todo al dejarlos descubiertos de vegetación, esto sucede en las labores culturales de preparación de tierras. No se recomienda la quema de residuos de las cosechas, estos deben incorporarse al suelo para mejorar la estructura, mantener la humedad y la fertilidad natural. Además, es importante realizar labores en forma liviana para evitar la formación de horizontes compactados (pisos de arado) que pueden dificultar el drenaje y la aireación del suelo.

Tierras aptas para dedicarlas a la producción comercial de cultivos de hortalizas, granos básicos (maíz, fríjol), además de otros cultivos intensivos y ganadería intensiva y semi-intensiva, se recomienda trabajar con hatos mejorados, pastos de corte, pastos cultivados y bancos forrajeros; diseñar potreros de tamaño reducido con una apropiada rotación, fomentar el pastoreo con hilo eléctrico con energía solar, establecer una adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo. Un ejemplo de estas tierras se aprecia en la Figura 6.5.



Figura 6.5 Tierras de aptitud agrícola con cultivos transitorios semi-intensivos de piña (CTS), municipio de Villa Canales (Foto: W. González, 2011)

6.1.1.3 Cultivos permanentes intensivos (CPI)

Estas tierras se localizan principalmente en los municipios de Amatitlán, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, Santa Catarina Pinula, Villa canales y Villa Nueva. Tienen una extensión de **4,369** ha correspondientes al **13.26%** de las tierras con aptitud agrícola y al **1.98%** del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación Jocotillo (ABGb1, ABGc1), Consociación Arrazola (ABBd1), Consociación Agua Tibia (ABDd1), Consociación Las Flores (ABLb1, ABLc1), Consociación El Sombrerito (MBEd1), Consociación Santa Isabel (MBFd1), Consociación Las Escobas (MBHd1), Consociación Pulté (MBId1), Consociación Veraminas (MBJd1), Consociación Lourdes (MBKd1), Consociación San Francisco (MSGd1), Consociación Temastepeque (MSHd1), Consociación Monterrico (MSId1), Consociación El Perotal (MSKd1) y Consociación Castilla (MSLb1, MSLd1).

Tierras ubicadas en los tipos de relieve de terraza, lomas, abanico – terraza y vallecito, del paisaje de altiplano-hidro-volcánico; en lomas y glacís del paisaje de montaña volcano-erosional. Los materiales parentales más importantes sobre los que han evolucionados los suelos, corresponden a tefras, cenizas volcánicas y pómez; tobas e ignimbritas; tefras, pómez y lodos; depósitos coluvio-aluviales y depósitos aluvio-coluviales.

Se ubican en pendientes desde ligeramente inclinadas hasta fuertemente inclinadas (3-25%); los climas son: semifrío húmedo y templado subhúmedo; presentan erosión ligera, drenaje natural bueno; suelos moderadamente superficiales, moderadamente profundos y profundos; con fertilidad natural media, alta y muy alta; texturas finas y medias.

Los suelos presentan limitaciones por pendientes, profundidad efectiva y texturas, ello permite que posean aptitud agrícola para el establecimiento de cultivos permanentes intensivos como cultivo de café bajo sombra y aguacate hass; también, es posible realizar en ellas actividades ganaderas semi-intensivas con un manejo

adecuado que incluya pastos cultivados, pastos de corte, evitar el sobrepastoreo.

Requieren prácticas moderadas y fuertes de conservación de suelos y prácticas culturales. No se recomienda la mecanización y se deben realizar prácticas de laboreo muy livianas; es necesaria la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, la instalación de barreras vivas; se requiere la instalación de barreras contravientos; mantener la cobertura vegetal para evitar la exposición del suelo al impacto de la gota de lluvia; manejo adecuado de la hojarasca y residuos de cosechas, uso de abonos verdes procedentes de leguminosas fijadoras de nitrógeno y abonos orgánicos. En la Figura 6.6 se observan tierras con aptitud para cultivos permanentes intensivos.



Figura 6.6 Tierra de aptitud agrícola con uso principal de cultivos permanentes intensivos (CPI) de café bajo sombra, municipio de Amatitlán (Foto: W. González, 2010)

6.1.1.4 Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)

Tierras localizadas en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, San Pedro Ayampuc, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva. Tienen una extensión de **21,491** ha, que corresponden al **65.19%** de las tierras con aptitud agrícola y al **9.75%** del total del departamento.

Esta categoría comprende las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación Arrazola (ABBd2), Consociación Agua Tibia (ABDcp1, ABDdp1), Consociación Ciénaga Grande (ABFb2), Consociación Jocotillo (ABGb2, ABGbp1, ABGcp1), Consociación El Granizo (ABHcp1), Consociación El Potrerón (ABJd2), Consociación El Naranjo (AQAd2), Consociación Ojo de Agua (AQBd, AQBd1, AQBd2, AQBdp1), Consociación Montebello (AQCd1), Consociación Pamocá (AQDd1, AQDd2), Consociación Lo de Boc (AQEc1, AQEd1), Consociación Valle de la Ermita (AQFb2, AQFc2), Consociación Mindanao (AQHcp1), Consociación El Codo (AQIb1, AQIb2, AQIc2, AQIcp1), Consociación El Farito (AQJd1), Consociación Villalobos (AQLbp1, AQLc1, AQLc2, AQLcp1), Consociación Los Laureles (FPAa1), Consociación Brisas del Valle (FPBa1, FPBb1), Consociación Santa Teresa (FPCb1), Consociación El Carrizal (LQCbp1, LQCbp2,

LQCcp1, LQCcp2), Consociación Las Escobas (MBHd2, MBHdp1), Consociación Veraminas (MBJcp1), Consociación Lourdes (MBKd2), Consociación Santa Anita (MPCdp2), Consociación El Cacao (MPDdp2), Consociación Villa Canales (MQLcp1, MQLd1, MQLd2), Consociación Los Llanos (MQMcp1, MQMd1, MQMdp1), Consociación El Pepinal (MQNc2, MQNd1, MQNd2, MQNdp1), Consociación Las Victorias (MQÑd1), Consociación Los Cubes (MQPcp1, MQPd1, MQPdp2), Consociación San Juan (MQSd1, MQSd2), Consociación La Piedrona (MQTb1, MQTc1, MQTd1, MQTdp1), Consociación Playa Linda (MQUb1, MQUc1, MQUcp1, MQUd1, MQUdp1), Consociación Los Paternales (MQVc2, MQVcp1, MQVd1, MQVd2, MQVdp1, MQVdp2), Consociación Chuaxán (MQWc2), Consociación Barillas (MQXb1), Complejo Río Mogollón (MQZ^{3}c2, MQZ^{3}cp1, MQZ^{3}cp2), Consociación San Francisco (MSGd2), Consociación Castilla (MSLd2, MSLdp1, MSLdp2), Consociación La Cumbre (XPCc2, XPCcp2, XPCdp1, XPCdp2), Consociación Río Grande (XPDbp1, XPDbp2, XPDcp1), Consociación Ruyalquen (XPEbp2) y Consociación Los Tezenes (XQIb1, XQId1, XQId2, XQIdp1, XQIdp2).

Estas tierras se ubican en los tipos de relieve de domo, lomas, terraza, glacís y vallecito del paisaje de altiplano hidro-volcánico; en abanico aluvial del paisaje de planicie fluvio-lacustre; en vallecito del paisaje de lomerío volcano-erosional; en loma, glacís, mesa y vallecito del paisaje de montaña volcano-erosional; en lomas, glacís y vallecito del paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional. Los materiales parentales son: tefras, cenizas volcánicas y pómez; tobas e ignimbritas; cuarzomonzonita, granodiorita, y cuarzodiorita; tefras, pómez y lodos; calizas; pómez; areniscas, lutitas y lodolitas; depósitos coluvio-aluviales y depósitos aluvio-coluviales.

Tierras en pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%); se ubican en clima semifrío húmedo, templado húmedo, templado subhúmedo y semicálido subhúmedo; presentan erosión ligera y moderada; suelos moderadamente superficiales, moderadamente profundos y profundos; fertilidad natural media, alta y muy alta; texturas finas y medias; con frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo (Figura 6.7).



Figura 6.7 Tierra de aptitud agrícola con uso principal de cultivos permanentes semi-intensivos (CPS) de aguacate Hass, municipio de Villa Canales (Foto: W. González, 2011)

Las limitantes se deben a las pendientes pronunciadas, presencia de fragmentos de roca en el perfil del suelo; erosión ligera y moderada, por lo que poseen aptitud agrícola para el establecimiento de cultivos permanentes semi-intensivos como el cultivo de café bajo sombra; también, es posible realizar actividades ganaderas semi-intensivas con un manejo adecuado que incluya pastos cultivados, pastos de corte, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Requieren labranza mínima y prácticas de conservación de suelos: siembra al contorno, barreras vivas y muertas para reducir los efectos de la erosión hídrica y cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica. Es necesario mantener la cobertura vegetal para reducir el impacto de la gota de lluvia. Permanecen secos en un semestre del año, por lo cual requieren de riego suplementario, por aspersión o goteo.

6.1.2 Tierras con aptitud agroforestal

Las tierras con aptitud agroforestal son aquellas que por sus características de pendientes, erosión, suelos, clima, entre otros; no permiten la utilización exclusiva para usos agrícolas y/o ganaderos en forma intensiva. Por lo tanto, estas tierras deben ser utilizadas con sistemas combinados de actividades agrícolas, ganaderas y forestales, en arreglos tanto espaciales como temporales que minimicen el riesgo de erosión y deterioro del recurso.

Las tierras con aptitud agroforestal tienen una extensión de **34,294** ha, correspondientes al **15.56%** del total de las tierras del departamento. Estas formas de utilización de las tierras responden ampliamente a la necesidad de proteger, conservar y manejar racionalmente los recursos naturales, en forma simultánea con la producción y extracción de productos cultivados por el hombre, en donde además de velar por el mantenimiento de las funciones ecológicas de las tierras, se producen cosechas para beneficio de la población circundante. Presenta la siguiente categoría.

6.1.2.1 Agrosilvopastoril (ASP)

Se ubica en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva; tienen una extensión de **34,294** ha correspondientes al **100%** de las tierras con aptitud agroforestal y al **15.56%** del total del departamento.

Esta categoría comprende las fases de las unidades cartográficas siguientes: Complejo Cerro Alto (ABAdp1, ABAep1), Consociación Arrazola (ABBe1, ABBe2), Consociación La Cabaña (ABCcp1, ABCd1, ABCdp1, ABCdp2, ABCep1), Consociación Aceitillal (ABEe2), Consociación El Potrerón (ABJe1), Consociación Las Flores (ABLcp1), Consociación El Naranjo (AQAe1, AQAe2, AQAep1), Consociación Ojo de Agua (AQBe1, AQBe2), Consociación Monte Bello (AQCe1), Consociación Pamocá (AQDe1), Consociación El Manzanillo (ASAe2), Consociación Tres Cruces (ASBc1), Consociación Río Naranjo (LQAep2), Consociación El Molino (LQBc1, LQBcp1, LQBd1), Consociación El Pericón (MBAe2), Consociación El Sombrerito (MBEe1, MBEe2), Consociación Santa Isabel (MBFe1), Consociación Las Escobas (MBHe1), Consociación Pulté (MBIe1, MBIe2), Consociación Veraminas (MBJdp1, MBJe1, MBJe2, MBJep1, MBJep2), Consociación Los Pocitos (MBLe1, MBLe2), Consociación Río Concepción (MBMcp1, MBMcp2), Consociación Santa Anita (MPCep2), Complejo El Muñeco (MQAcp1, MQAdp2, MQAep2), Consociación Villa Canales (MQLe1, MQLe2, MQLep2), Consociación El Pepinal (MQNe1, MQNe2, MQNep1, MQNep2), Consociación Las

Victorias (MQÑe1, MQÑe2, MQÑep1), Consociación El Refugio (MQOd1, MQOd2, MQOdp2, MQOe1, MQOe2, MQOep1, MQOep2), Consociación Los Cubes (MQPe1, MQPe2, MQPep1, MQPep2), Consociación San Raimundo (MQQd1, MQQe1, MQQe2, MQQep1), Consociación San Pedro (MQRd1, MQRdp1, MQRe2, MQRep1, MQRep2), Consociación San Juan (MQSe1, MQSe2, MQSep2), Consociación La Piedrona (MQTe1, MQTep1, MQTep2), Consociación Los Paternales (MQVe1, MQVep1), Consociación El Chato (MQYb1, MQYc1), Consociación Doña Delfina (MQZ^{1}e1, MQZ^{1}e2), Consociación Cerro Chiquito (MSAep2), Consociación Carmona (MSDe1), Consociación San Francisco (MSGe1, MSGe2), Consociación Temastepeque (MSHe2), Consociación Monterrico (MSIe1, MSIe2), Consociación El Paraíso (MSJe1), Consociación El Perotal (MSKe1, MSKe2), Consociación Castilla (MSLe1), Consociación La Cumbre (XPCe1, XPCe2, XPCep2, XPCepr2), Consociación Joya Linda (XQEdp2, XQEe2, XQEep1, XQEep2), Consociación La Tejara (XQFd1, XQFdp1, XQFdp2, XQFe2, XQFep1, XQFep2), Consociación El Tablón (XWEdp2, XWEe2, XWEep1, XWEep2), Consociación Santa Rita (XWGdp2, XWGep1, XWGep2) y Consociación Río Motagua (XWIbp1, XWIbp2, XWIc1, XWIcp1).

Estas tierras se ubican en los relieves: domos, lomas, terraza, abanico–terraza y vallecito, en el paisaje de altiplano; estrato-volcán, domos, filas y vigas, lomas, escarpamento, glacís y mesa en el paisaje de montaña volcano-erosional; filas y vigas, lomas, en el paisaje de lomerío volcano-erosional; lomas y vallecito en el paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional. Los materiales parentales sobre los que se han desarrollado los suelos son: tefras, cenizas volcánicas y pómez; tobas e ignimbritas; tefras, pómez y lodos; basalto, andesita y dacita; areniscas, lutitas y lodolitas; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa; calizas; pómez; depósitos coluvio-aluviales y depósitos aluvio-coluviales (Figura 6.8).



Figura 6.8 Tierras con aptitud y silvopastoril (ASP), municipio de Villa Canales (Foto: W. González, 2011).

Tierras con pendientes hasta ligeramente escarpadas (<50%); se ubican en clima semifrío húmedo, templado húmedo, templado subhúmedo, semicálido subhúmedo, semicálido semiseco; erosión ligera a moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año; suelos superficiales y profundos; fertilidad natural media y muy alta; texturas muy finas y gruesas; pedregosidad superficial (<50%); fragmentos de roca en el perfil del suelo (<60%).

Las limitantes se deben a las pendientes pronunciadas, a la presencia de pedregosidad superficial, fragmentos gruesos en el perfil del suelo, erosión ligera y moderada. Estas tierras no son mecanizables; presentan aptitud agrosilvopastoril (silvopastoril: ganadería extensiva bajo cobertura boscosa). Los cultivos permanentes de café bajo sombra y frutales, son una opción para estas tierras. Requieren moderadas a fuertes prácticas de manejo y conservación de suelos, cobertura permanente del suelo. Es necesario aplicar riego suplementario en el semestre seco.

6.1.3 Tierras con aptitud forestal

Son aquellas tierras que por sus condiciones de pendientes, suelos y riesgo de erosión, deben ser de producción forestal. Las plantaciones forestales pueden ser con especies nativas o exóticas; los bosques naturales deben regenerarse con especies nativas.

Las tierras con aptitud forestal tienen una extensión de **91,140** ha, correspondientes al **41.34%** del total de las tierras del departamento. Presentan la siguiente categoría:

6.1.3.1 Forestal productor (FPD)

Están localizadas en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Fraijanes, Guatemala, Mixco, Palencia, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva. Cubren una extensión de **91,140** ha que corresponden al **100%** de las tierras de aptitud forestal y al **41.34%** del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Grupo Indiferenciado La Cuya (ABKe3, ABKf3, ABKfp3), Grupo Indiferenciado Barrancos de Guatemala (ACAd3, ACAe3, ACAep3, ACAf3), Grupo Indiferenciado El Morro (ACBe3, ACBep3), Grupo Indiferenciado Río Poxol (AQKe3, AQKf3), Grupo Indiferenciado Río Xaltayá (ASCf3), Consociación Río Naranjo (LQAf2), Consociación Santa Catarina (MBBf1, MBBf2, MBBfp1), Consociación Los Yoques (MBCf1, MBCf2, MBCfp1), Consociación La Campana (MBDfpr2), Grupo Indiferenciado El Recreo (MCAe3, MCAf3), Grupo Indiferenciado El Tabacal (MCBe3, MCBf3, MCBfp3), Grupo Indiferenciado Río Aguacapa (MCCe3, MCCf3, MCCfp3), Consociación Rosa de Jamaica (MPAfp1, MPAfp2), Consociación Los Manantiales (MPBfp1, MPBfp2), Consociación Chinautla (MQBf1, MQBf2), Consociación Tierra Blanca (MQCf2), Consociación Buena Vista (MQDf1, MQDf2, MQDfp2), Consociación Rancho Quemado (MQEf1, MQEf2, MQEfp1, MQEfp2), Consociación Pueblo Nuevo (MQFf1, MQFf2, MQFfp1), Consociación El Sintul (MQGfp2), Consociación Sierra de Palencia (MQHf1, MQHf2, MQHfp2), Consociación Agua de las Minas (MQIf2, MQIfp1, MQIfp2), Consociación Tres Sabanas (MQJf1, MQJf2, MQJfp1, MQJfp2), Consociación Santa Faz (MQKf1, MQKf2, MQKfp1, MQKfp2), Consociación Doña Delfina (MQZ[1]f1, MQZ[1]f2, MQZ[1]fp2, MQZ[1]fpr2), Consociación Cerro Chiquito (MSAfp2), Consociación Pinula (MSCf1, MSCf2, MSCfp1), Consociación Carmona (MSDf1), Consociación Las Minas

(MSEf1), Consociación Las Nubes (MSFf1, MSFf2, MSFfp2), Consociación Mirador Calderas (MSNfp2), Consociación Cotzibal (XPAf2, XPAfp2, XPAfpr2), Consociación Los Mecates (XPBfp2), Consociación Santa Elena (XQAfp2), Consociación Estancia Grande (XQBf2, XQBfp2), Consociación Cerro Curub (XQDf2, XQDfp1, XQDfp2), Consociación Vuelta Grande (XQGd1, XQGdp1, XQGe1, XQGe2, XQGep1, XQGep2), Consociación Agua Caliente (XQHb1, XQHc1), Consociación San José del Golfo (XWAfp2), Consociación El Zarzal (XWBfp2), Consociación San Buenaventura (XWDfp1, XWDfp2) y Consociación La Soledad (XWHbp1, XWHbp2, XWHc1, XWHcp1).

Estas tierras en los relieves: cañones y cañadas, del paisaje de altiplano hidro-volcánico; en filas y vigas, del paisaje de lomerío volcano-erosional; en filas y vigas, escarpamento, y cañones y cañadas, del paisaje de montaña volcano-erosional; en filas y vigas, lomas, mesa y vallecito, del paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional. Los materiales parentales sobre los que han evolucionado los suelos de estas áreas son: tefras, cenizas volcánicas y pómez; tobas e ignimbritas; pómez; basalto, andesita y dacita; cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita; areniscas, lutitas y lodolitas, areniscas, lutitas, lodolitas y pómez; areniscas, lutitas, lodolitas y tobas; filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y caliza; pómez; calizas; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa, y depósitos aluvio-coluviales.

Son tierras con pendientes hasta moderadamente escarpadas (<75%); en clima frío húmedo, semifrío húmedo, templado húmedo, templado subhúmedo, semicálido subhúmedo, semicálido semiseco y climas combinados de los anteriores, en los Grupos Indiferenciados; presentan erosión ligera, moderada y severa; con drenaje moderado a moderadamente excesivo, suelos superficiales a profundos, abundante pedregosidad en superficie y fragmentos de roca en el perfil del suelo; texturas finas a gruesas y fertilidad de baja a alta; presentan erosión ligera, moderada y severa; texturas finas, medias y gruesas; pedregosidad superficial (<60%); fragmentos de roca en el perfil del suelo (<65%); suelos muy superficiales y profundos; fertilidad natural media, alta y muy alta.

Entre las limitantes están las pendientes pronunciadas; erosión ligera a severa; pedregosidad superficial; fragmentos de roca en el perfil; suelos muy superficiales, entre otras. La aptitud es forestal y el uso principal es forestal productor; las actividades forestales, tanto el manejo del bosque natural para producir madera como las plantaciones forestales, deben realizarse de acuerdo a un plan de manejo que incluya un inventario forestal e identificación de árboles semilleros (para bosques naturales) o establecimiento (para plantaciones forestales), extracción tecnificada, protección ambiental, control de plagas y control de incendios (Figura 6.9).

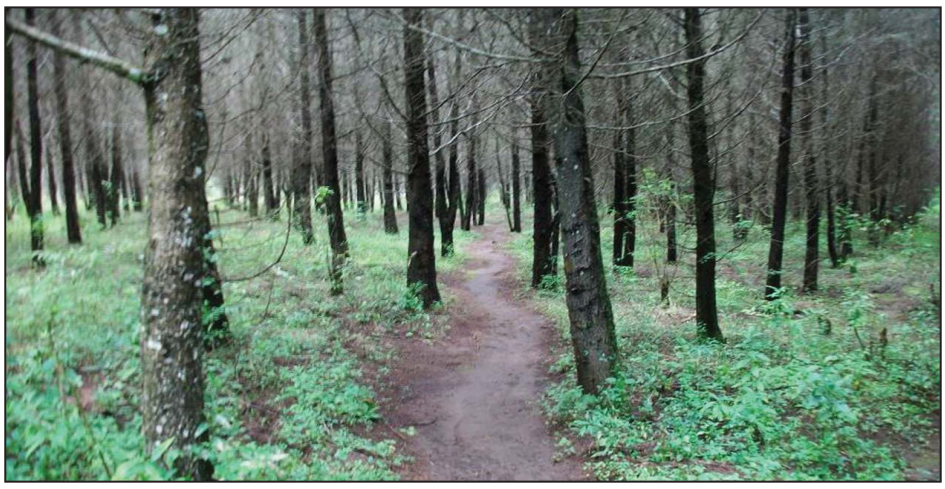


Figura 6.9 Tierras de aptitud forestal para la producción (FPD) con plantaciones de ciprés para la producción de madera, finca Los Guajes, municipio de Fraijanes (Foto: W. González, 2012).

6.1.4 Tierras con aptitud para la conservación

Son tierras destinadas a la conservación de los recursos naturales; las categorías identificadas en el departamento de Guatemala son: áreas de conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (ARNB); conservación y recuperación (CRE), parque nacional, reserva natural privada y reserva protectora de manantiales. Las tierras dedicadas a la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, deben dedicarse a la conservación y preservación de las especies vegetales y animales, los hábitats etnoculturales y de turismo dirigido; las tierras para la conservación y recuperación son aquellas que han sufrido un proceso muy severo de deterioro por lo que deben conservarse y recuperarse.

Las áreas de reserva natural poseen protección legal por ser áreas de protección de los recursos naturales y culturales, así como ecosistemas estratégicos para la protección de la flora y fauna, en los cuales no se permite ningún tipo de actividad extractiva. Las tierras con aptitud para la conservación abarcan **24,069** ha lo que equivale a un **10.92%** del total del departamento. En la Figura 6.10 se muestra la distribución de los usos principales en las tierras con aptitud para la conservación.

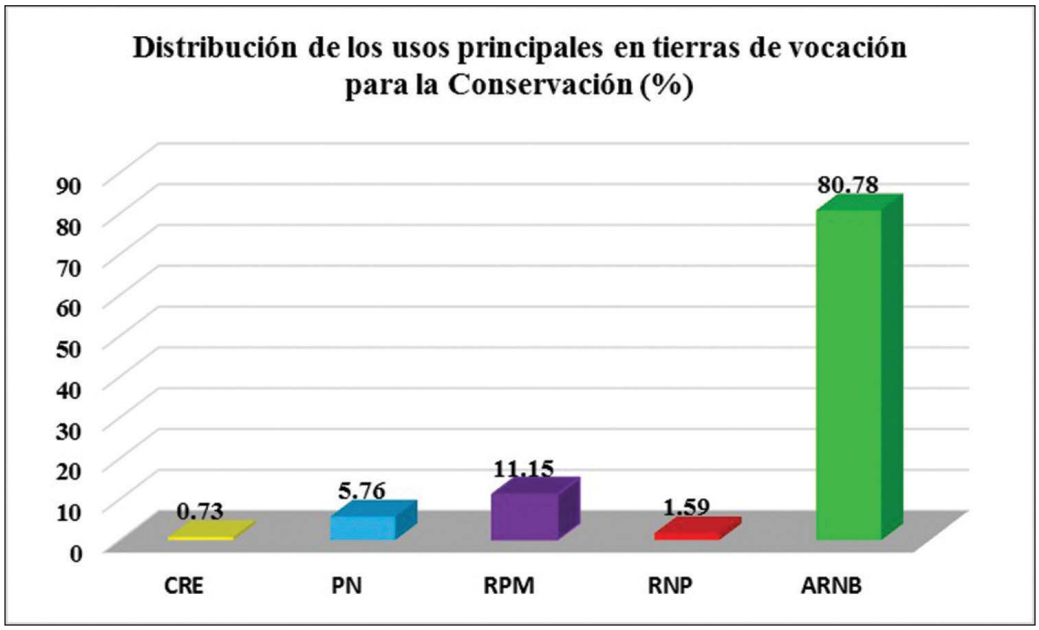


Figura 6.10 Tierras con aptitud para la conservación (CRE, PN, RNP, RPM, ARNB)

6.1.4.1 Áreas de conservación de recursos naturales y biodiversidad (ARNB)

Se localizan principalmente en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Chuarrancho, Mixco, Palencia, San José del Golfo, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, San Pedro Ayampuc, San Raimundo, Villa Canales y Villa Nueva. Poseen una extensión de **19,442** ha, que corresponden al **80.78%** de su categoría y **8.82%** del total de las tierras del departamento.

Esta categoría comprende las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación La Lagunilla (ABIaz), Consociación Los Yoques (MBCg2), Complejo Pacaya Grande (MBGcp1, MBGdp1, MBGdp2), Grupo Indiferenciado El Recreo (MCAg3), Grupo Indiferenciado El Tabacal (MCBg3), Grupo Indiferenciado Río Aguacapa (MCCg3, MCCgp3), Consociación Chinautla (MQBg2), Consociación Rancho Quemado

(MQEgp2), Consociación Sierra de Palencia (MQHgpr2), Consociación Doña Delfina (MQZ[1]gr1, MQZ[1]gr2), Consociación Pinula (MSCg2), Consociación Carmona (MSDg2), Consociación Las Minas (MSEg1, MSEgpr2), Consociación Las Nubes (MSFg2), Consociación Cotzibal (XPAgp2), Consociación Chuarrancho (XQCf1, XQCfp1, XQCfp2), Consociación Cerro Curub (XQDgp2), Consociación San José del Golfo (XWAgp1, XWAgp2), Consociación Rancho Ignacia (XWCfp2) y Consociación El Limón (XWFd2, XWFdp1, XWFdp2, XWFe2, XWFep1, XWFep2).

Estas tierras se ubican en los tipos de relieve de terraza, del paisaje de altiplano; filas y vigas, lomas, escarpamento, cañones y cañadas, del paisaje de montaña volcano-erosional; filas y vigas del paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional. Entre los principales materiales parentales identificados sobre los cuales han evolucionado los suelos, se tiene: areniscas, lutitas, lodolitas y pómez; basalto, andesita y dacita; depósitos aluvio-coluviales; filita, esquistos, serpentinita, anfibolita, basalto, diabasa y caliza; serpentinita, peridotita, anfibolita y diabasa; tefras, cenizas volcánicas y pómez; tobas e ignimbritas.

Las tierras de esta categoría se encuentran en pendientes desde ligeramente planas (<3%) hasta fuertemente escarpadas (>75); se ubican en los climas: semifrío húmedo, templado húmedo, templado subhúmedo, semicálido subhúmedo, semicálido semiseco y climas combinados de los anteriores, en los Grupos Indiferenciados; con erosión ligera a severa; deficientes precipitaciones en un semestre del año; drenaje desde muy pobre a excesivo; suelos desde muy superficiales hasta profundos; texturas muy finas, finas, medias y gruesas; presencia de pedregosidad superficial; fragmentos de roca en el perfil del suelo; afloramientos rocosos en algunas áreas. La aptitud de estos suelos es la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (Figura 6.11). Requieren prácticas de conservación, reforestación o regeneración natural y programas de control de incendios.



Figura 6.11 Tierras con aptitud para la conservación de los recursos naturales y biodiversidad (ARNB). Barranco del Incienso, municipio de Guatemala (Foto: W. González, 2011).

6.1.4.2 Conservación y recuperación (CRE)

Estas áreas especiales se encuentran ubicadas en los municipios de Palencia, San José Pinula, San Raimundo y Villa Canales; abarcan una extensión de **176** ha, que corresponden al **0.73%** de su categoría y **0.08%** del total de las tierras del departamento.

Esta categoría (Figura 6.12) comprende las unidades cartográficas: Áreas de Colada de Lava Actual (CL) y Áreas Misceláneas Erosionadas (ME).

En tipo de relieve de estrato-volcán, filas y vigas del paisaje de montaña volcano-erosional; en los climas: frío húmedo, semifrío húmedo, templado húmedo, templado subhúmedo y semicálido semiseco; los materiales parentales sobre los que se han desarrollado estas áreas corresponde con basalto, andesita y dacita; tobas e ignimbritas.

Estas tierras tienen pendientes desde ligeramente planas (<3%) hasta fuertemente escarpadas (>75); con erosión severa y muy severa, provocada por causas naturales (deslizamientos, sismos y tormentas), o porque han sido fuertemente alteradas con usos inapropiados (apertura de carreteras, usos agropecuarios en pendientes muy marcadas). La aptitud de estas tierras es la conservación de la cobertura boscosa, protección de los recursos hídricos y la biodiversidad.

Requieren fuertes prácticas de recuperación, estabilización y control de la erosión como el control de cárcavas, la reforestación o regeneración natural y programas de control de incendios.



Figura 6.12 Tierras con aptitud para la conservación y recuperación de los recursos naturales, en lomas del paisaje de montaña volcano-erosional; municipio de San José Pinula (Foto: W. González, 2010)

6.1.4.3 Áreas de reserva natural

Estas tierras son protegidas legalmente, de uso exclusivo para la conservación de los recursos naturales, ecosistemas estratégicos para la protección de la flora y la fauna, y en el turismo dirigido, en las cuales no se permite ningún tipo de actividad extractiva y en general todas aquellas que vayan en detrimento del equilibrio ecológico del área.

En las áreas de reserva natural están los parques regionales (PN), reserva natural privada (RNP) y reserva protectora de manantiales (RPM), las cuales tienen una extensión de **4,451** ha, que corresponden al **18.49%** del área con aptitud para la conservación y al **2.02%** del total de las tierras del departamento de Guatemala.

Estas áreas deben responder ampliamente a la necesidad de proteger y conservar los recursos naturales, velando por el mantenimiento de las funciones ecológicas de las tierras.

Presentan las siguientes categorías:

6.1.4.3.1 Parques Nacionales (PN)

En el departamento existen áreas dedicadas a la recreación, protección y conservación de los recursos naturales, ubicadas en los municipios de Amatitlán, Villa Canales y Villa Nueva, las cuales tienen una extensión de **1,386** ha, correspondiente al **5.76%** de las áreas de conservación y al **0.63%,** del total de las tierras del departamento (Figura 6.13).



Figura 6.13 Parque Nacional Volcán Pacaya y Laguna de Calderas, municipio de Amatitlán (Foto: C. García, 2011)

6.1.4.3.2 Reserva natural privada (RNP)

En el departamento existen áreas dedicadas a la conservación y recreación, de carácter privado (ver figura 6.14); estas se ubican en los municipios de Fraijanes, Guatemala, Palencia, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez y Villa Canales; con una extensión de **382** ha, que corresponden al **1.59%** de las áreas de conservación y al **0.17%** del total de las tierras del departamento.



Figura 6.14 Reserva Natural Privada Finca la Cienaguilla, municipio de San José Pinula (Foto: W. González, 2012)

6.1.4.3.3 Reserva protectora de manantiales (RPM)

Esta zona se encuentra ubicada en los municipios de Mixco, San Juan Sacatepéquez y San Pedro Sacatepéquez. Tienen un área de **2,683** ha, correspondiente en al **11.15%** de las áreas de conservación y al **1.22%** del total del área departamental (Figura 6.15).



Figura 6.15 Áreas de reserva protectora de manantiales (RPM) en el Cerro Alux, municipio de Mixco (Foto: W. González, 2011)

6.1.5 Otras categorías

6.1.5.1 Canteras (CN)

Estas áreas se localizan en los municipios de Amatitlán, Chinautla, Fraijanes; Guatemala, San Juan Sacatepéquez, San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva; posee un área de **541** ha, equivalentes a **1.42%** del área de otras categorías y al **0.25%** del superficie total del departamento (Figura 6.16).

Los materiales explotados son: serpentinita, esquistos, caliza, dolomita, piedra pómez, rocas basálticas, andesitas, dacitas, riolitas tobas e ignimbritas, gravas, limolita, lutita, pizarras, mármol, diatomitas, brecha volcánica, conglomerados, escorias y arena volcánica, arena de río, arena blanca, oro, plata, plomo, zinc, níquel, cobalto, cromo y antimonio.

En los alrededores de estas zonas, especialmente las canteras en desuso, debe propiciarse la regeneración natural, establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados y plantar especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, y control de incendios forestales.



Figura 6.16 Áreas de extracción de piedra pómez, municipio de Villa Nueva (Foto: W. González, 2012)

6.1.5.2 Centros Urbanos (CU)

A esta categoría pertenecen las cabeceras municipales de los 17 municipios (ver Capítulo 1), los que a su vez se dividen en aldeas y caseríos; ocupan una extensión de **35,861** ha, equivalentes al **94.41%** de otras categorías y al **16.27%** del total de la superficie departamental. En las Figuras 6.17 y 6.18, se muestran 2 ejemplos del desarrollo urbano alcanzado, por 2 tipos de centro urbano, una cabecera municipal y la capital de la República de Guatemala.



Figura 6.17 Parque central del municipio de Chuarrancho (Foto: W. González, 2012)



Figura 6.18 Área empresarial en la Zona 10 de ciudad de Guatemala (Foto: Revista TransMetro, 2015)

6.1.5.3 Cuerpos de Agua (CA)

A esta categoría pertenecen varios espejos de agua, los cuales tienen una superficie de **1,584** ha, equivalentes a **4.17%** del área de otras categorías y a **0.72%** del área total del departamento; los más importantes son: Lago de

Amatitlán (Figura 6.19), ocupa un área de 1,510 ha y en su perímetro se encuentra ubicados los municipios de Amatitlán, San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva; Laguna de Calderas, con una extensión de 36 ha, se ubica en el municipio de Amatitlán.

Otros cuerpos de agua de menor extensión son: Laguneta Potreritos, con 8 ha, hace parte del municipio de Palencia; Laguneta el Durazno, con 6 ha, hace parte del municipio de Amatitlán; embalse Teocinte, con 6 ha, hace parte de la jurisdicción de San José Pinula; Lagunetas Flor del Campo, con 5 ha (se compone de tres cuerpos de agua, el mayor tiene 3 ha y los otros dos cuerpos cada uno tiene 1 ha), hace parte de la jurisdicción del municipio de Amatitlán; Laguneta Agua Tibia, con un área de 3 ha, hace parte del municipio de San José Pinula; Laguna Monja Blanca, con 3 ha, se encuentra en el municipio de Palencia; Laguneta Pueblo Nuevo, con 2 ha, se ubica en el municipio de Palencia; Laguneta Cienaguilla, con 2 ha, hace parte de la jurisdicción del municipio de San José Pinula; Laguneta Lourdes, con 1 ha, se encuentra en inmediaciones de Santa Catarina Pinula; Laguneta El Manantial, con 1 ha, se ubica en el municipio de Palencia y Laguneta La Danta, con 1 ha, hace parte del municipio de Palencia.



Figura 6.19 Vista parcial del Lago de Amatitlán, municipio de Amatitlán (Foto: W. González, 2012)

6.2 BIBLIOGRAFÍA

CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 2003. Informe nacional de áreas protegidas de Guatemala. Guatemala, Presidencia de la República, CONAP. 37 p.

Ciudad de Guatemala. 2015. Revista TransMetro No. 246, del mes de agosto. 8 p

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Manual de campo para levantamientos de suelos y tierras. República de Colombia, Bogotá, D.C. 148 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2002. Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia. República de Colombia, Bogotá, D.C. 94 p.

CAPÍTULO 7

APLICACIONES ADICIONALES DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS





CAPÍTULO 7. APLICACIONES ADICIONALES DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

En los capítulos anteriores se presentaron dos aplicaciones de los levantamientos de suelos: la Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso y la Zonificación de Tierras, con la finalidad de agrupar unidades de tierras con limitaciones y aptitudes similares.

Las aplicaciones adicionales que conforman este capítulo hacen referencia a características, propiedades y cualidades de los suelos y las tierras del departamento de Guatemala que deben resaltarse por su importancia agrícola, ecológica o ambiental.

El capítulo está diseñado de tal manera que inicialmente se muestre la distribución espacial de las principales propiedades físicas y químicas de los suelos. El capítulo se complementa con cinco aplicaciones de aspectos ambientales que pueden ser utilizadas por planificadores y/o expertos en medio ambiente, recursos naturales y ordenamiento del territorio.

El objetivo del capítulo radica en mostrar, de manera fácil y visual, la distribución espacial de las principales características de los suelos, comentar su importancia y derivar aplicaciones prácticas, obviamente de tipo general. Para su expresión gráfica, en los mapas que acompañan el capítulo se ha utilizado la "norma del semáforo", mediante la cual el color verde se asocia con lo adecuado, rico, abundante o sin limitaciones considerables; caso opuesto al color rojo donde prevalece lo inadecuado, pobre, escaso o con limitaciones severas. Intermedio entre ellos, el amarillo se vincula con valores y características intermedias, donde la prevención, el cuidado, el manejo y la mesura deben prevalecer.

Con la finalidad de establecer el alcance y la validez de los resultados que se comentan a continuación, se hace especial énfasis en los siguientes aspectos:

- Los suelos, en su gran mayoría, son del Orden Inceptisoles, Molisoles y Andisol, (los dos primeros con numerosos intergrados ándicos), provenientes de tefras (materiales de origen volcánico). Su grado de evolución varía de bajo a moderado (ver leyenda del mapa de suelos), donde la acidez es baja (pH <5.5) y su basicidad alta (pH >8.5%), solamente en el 12.3%.

- En los análisis de laboratorio, para la determinación de la clase textural, se presentaron problemas debido a su baja dispersión; por ello se decidió consignar los resultados de campo (obtenidos al tacto) para Andisoles y suelos con intergradaciones ándicas y utilizar los resultados de laboratorio (obtenidos por pipeta y Bouyoucos) para los demás suelos que no pertenecen a los grupos mencionados anteriormente; con ellos se conformaron los grupos texturales.

- En el aspecto de la retención de humedad se utilizaron las diferencias entre las tensiones de 1/3 y 15 bares para la estimación de la humedad aprovechable; de donde 1/3 de bar representa la humedad del suelo a capacidad de campo y 15 bares representa la humedad del suelo en el punto de marchitamiento permanente. Determinar la humedad a 1/3 de bar como estimación de la capacidad de campo en estos suelos y considerar valores menores de 15 bares para el punto de marchitamiento permanente ameritan investigación adicional con la finalidad de conocer, con mayor precisión, la "humedad aprovechable" de estos suelos (ya hay datos).

- A través del capítulo se hacen algunos comentarios con la finalidad de resaltar algunos aspectos que ameritan investigación en el tema de los Andisoles y subgrupos ándicos de los Inceptisoles y Molisoles del departamento.

- En cada tema tratado se incluye el concepto, la importancia, los resultados obtenidos y sus aplicaciones generales.

7.1 ASPECTOS FISICOS MÁS IMPORTANTES

A continuación se comentan los aspectos físicos más importantes de los suelos del departamento de Guatemala. Los grupos texturales, la porosidad total y la retención de humedad se analizaron en los horizontes superficiales; el drenaje natural y la profundidad efectiva radicular en la sección control correspondiente.

Los temas tratados son los siguientes:

- Grupos texturales.
- Porosidad total.
- Retención de humedad.
- Drenaje natural.
- Profundidad efectiva radicular.

7.1.1 Grupos texturales de los horizontes superficiales (horizontes A)

La textura de los suelos se refiere a la cantidad relativa de arena, limo y arcilla que estos presentan. Su determinación se lleva a cabo en la fracción menor de 2 mm de diámetro. La importancia de la textura se vincula teóricamente con muchas propiedades de los suelos, por ejemplo: retención de humedad (suelos de texturas gruesas o arenosas no retienen agua, suelos arcillosos sí), infiltración (los suelos arenosos permiten que el agua se infiltre, mientras que los arcillosos tienden a que ello demore más), drenabilidad (las texturas gruesas la facilitan, las arcillosas la disminuyen), aireación (suelos arenosos tienen poros más grandes que los arcillosos, el aire y el agua transitan más fácilmente, pero no la retienen, en cambio los arcillosos tienen mayor porosidad total, pero esta se vincula con poros pequeños que retienen el agua pero que no facilitan la aireación), profundidad efectiva para el crecimiento y desarrollo de las raíces (suelos arenosos permiten un fácil desarrollo de las raíces, pero no retienen nutrientes ni humedad para ellas, lo contrario sucede a medida que el contenido de arcillas es mayor).

El manejo que se le da al suelo, dependiendo de su textura, es diferente; así por ejemplo, su preparación, prácticas culturales y tipo de riego varían de acuerdo con ella: a medida que el porcentaje de arcilla es mayor por lo general se requieren mayores labores, lo contrario si es alto el porcentaje de arenas. La cantidad y frecuencia del riego también cambian: los suelos arcillosos requieren riegos más espaciados en el tiempo y cantidades mayores de agua, lo contrario sucede cuando la arena predomina en ellos. Por su importancia, la textura ha sido considerada como un “indicador” de las propiedades físicas de los suelos.

Los planteamientos previos muestran la importancia general de esta característica; no obstante su aplicación a condiciones particulares debe estudiarse con mayor detalle. Ello, en gran parte, se debe a que una sola

característica (ejemplo: la textura) no determina la dinámica de los suelos (en este caso muchas veces la estructura puede modificar su comportamiento). Además y más importante, el origen y la evolución que presentan los suelos (en Guatemala asociados con tefras y por los productos derivados de ellas durante su evolución) influyen en su importancia. Por ello para la caracterización textural, en laboratorio, debe asegurarse la dispersión de la muestra, Maeda et al. (1977).

En el mapa de la Figura 7.1 se presentan los resultados de esta característica, referidos a los horizontes superficiales de los suelos del departamento, consignando las texturas de campo y de laboratorio. Los grupos corresponden a la integración de clases de texturas en términos de: Finas (predominio de partículas pequeñas, como las arcillas), Gruesas (abundancia de partículas grandes como las arenas) y Medias (equilibrio en las proporciones de arenas, limos y arcillas), Soil Survey Staff (1993).

En el departamento dominan las texturas medias (francas, moderadamente finas y moderadamente gruesas), con 79.1%, las texturas gruesas están presentes en el 13.9% de los suelos y las finas solamente representan el 5.9% del área total. El 1.1% restante corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

Lo anterior implica que las prácticas de riego deban considerar láminas de volúmenes medios y altos, espaciadas en el tiempo y que la fertilización deba realizarse con cuidado, ya que los fertilizantes pueden perderse (lavarse) durante la época lluviosa; fraccionarlos en el tiempo evitaría su pérdida, obviamente dependiendo de sus características y de la etapa de crecimiento en que los necesita la planta.

En todos los suelos se recomienda incorporar materiales orgánicos, con la finalidad de mejorar la estructura mediante la generación de agregados estables.

Debe recordarse que, desde un punto de vista agrícola, la estructura (agrupación de las partículas del suelo en agregados o terrones) tiende a disminuir los efectos desfavorables que la textura pueda tener; no obstante para ello se necesita que exista un agente que una o "pegue" las partículas: los materiales orgánicos descompuestos (humus del suelo).

Las prácticas de preparación y manejo de tierras, especialmente en los suelos con influencia volcánica, deben llevarse a cabo de manera muy cuidadosa y en forma muy liviana, tratando de no pulverizarlos.

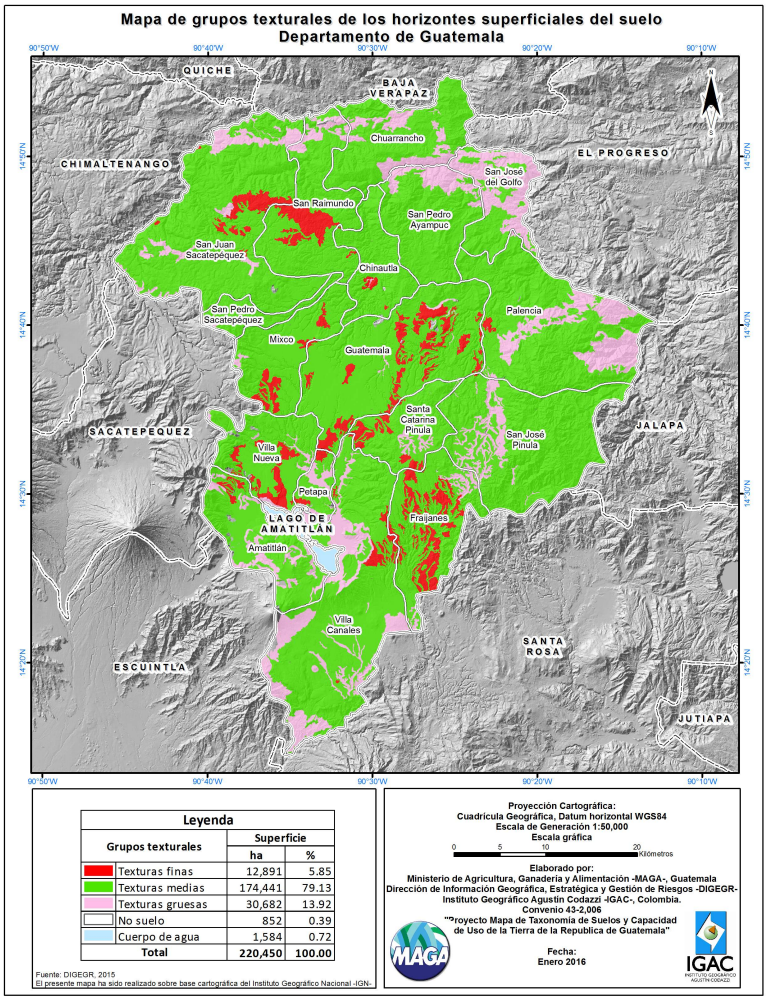


Figura 7.1 Grupos texturales de los horizontes superficiales en los suelos del departamento de Guatemala

7.1.2 Porosidad total de los horizontes superficiales

La aireación de los suelos, su contenido de humedad, el paso del agua, el intercambio gaseoso, la composición del aire y la facilidad para que las raíces puedan penetrar y nutrirse dependen de lo porosos que estos sean y de la proporción que tengan entre poros grandes (macroporos) y poros pequeños (microporos).

Los poros grandes permiten que entre el aire a los suelos y que algunos productos resultantes de la actividad de las raíces y de los organismos puedan ser evacuados. A su vez facilitan el paso del agua, pero no la retienen; las raíces no encuentran obstáculo para penetrar físicamente, pero pueden tenerlo si las condiciones del clima han eliminado sus nutrientes por lavado o, caso contrario, si la deficiencia de humedad impide su absorción.

Los poros pequeños retienen la humedad del suelo, no facilitan la evacuación del agua y no ayudan al intercambio gaseoso entre el aire y el suelo.

Una proporción adecuada de poros grandes y pequeños es conveniente en los suelos dado que las ventajas y desventajas, anteriormente comentadas, están balanceadas, lo cual favorece a las plantas y a los organismos del suelo.

En la Figura 7.2 se presenta el mapa de porosidad total de los horizontes superficiales, en los suelos del departamento, sin establecer sus diferencias por tamaño de poros.

Los resultados del estudio indican que las porosidades altas abarcan el 72.9%, las porosidades medias corresponden al 17.2% y el 8.8% de los suelos presentan baja porosidad total. El 1.1% restante corresponde a las áreas que no presentan suelos y a los cuerpos de agua.

Los resultados sobre la porosidad total del suelo, referidos a los horizontes superficiales, están relacionados con las texturas, estructura, contenido de materia orgánica y con las prácticas de manejo predominantes de los suelos; puede verse afectada por el efecto de la compactación vinculada con labores de cultivo o por procesos naturales propios de la influencia y dinámica de las cenizas volcánicas, abundantes en el departamento, especialmente en la zona sur y por la abundancia de fragmentos de roca en el perfil de suelos en la zona norte.
Cualquiera que sea su causa esta debe ser

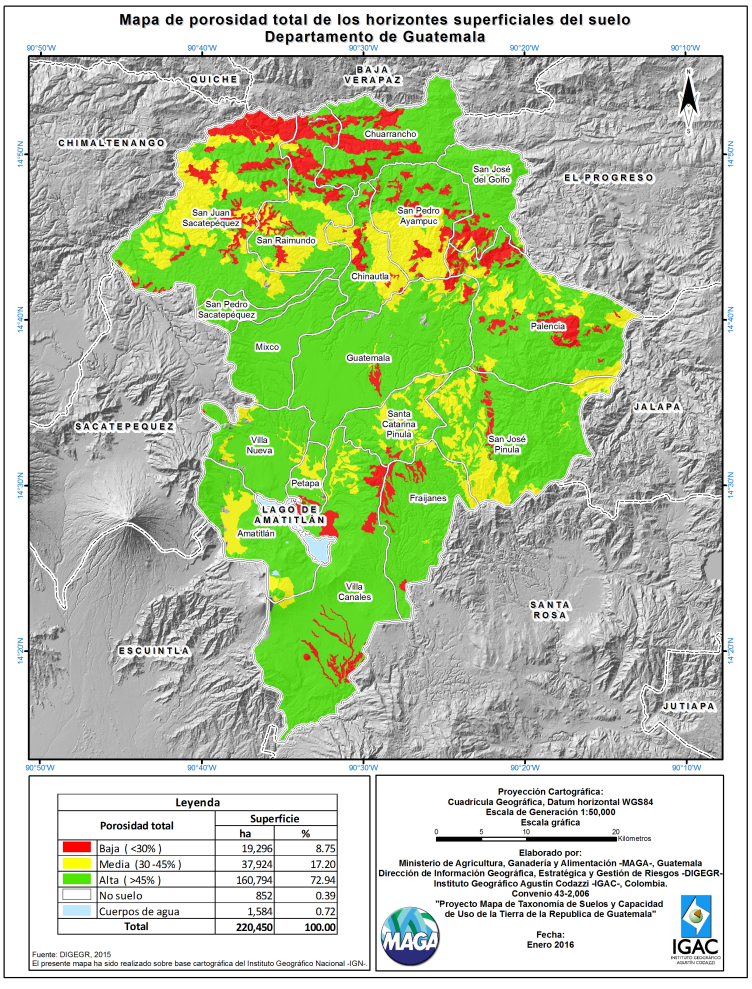


Figura 7.2 Porosidad total de los horizontes superficiales, de los suelos del departamento de Guatemala

motivo de investigaciones futuras, dada la importancia del tema y sus implicaciones en las prácticas de manejo de las tierras.

7.1.3 Retención de humedad de los horizontes superficiales

La humedad del suelo es fundamental para los seres vivos que lo habitan; las plantas la requieren para su desarrollo y producción, los demás organismos para su supervivencia y desarrollo. Cuando las condiciones climáticas establecen restricciones se requiere del riego para suplirla; en este caso, los suelos presentan deficiencia de humedad por aproximadamente cinco meses. Ello hace que la capacidad que presenta el suelo para retenerla, en un rango que permita que las plantas la absorban, se constituya en una propiedad de gran importancia para la productividad agrícola de las tierras.

El mapa que se presenta en la Figura 7.3 muestra que la capacidad de retención de humedad de los horizontes superficiales de los suelos del departamento es muy baja y baja en un 76.0%, media 21.2% y alta en el 1.7% de los suelos. El 1.1% restante corresponde con áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

Los resultados anotados determinan la necesidad de riego; su intensidad y frecuencia varían de acuerdo con la retención de humedad de cada suelo en particular.

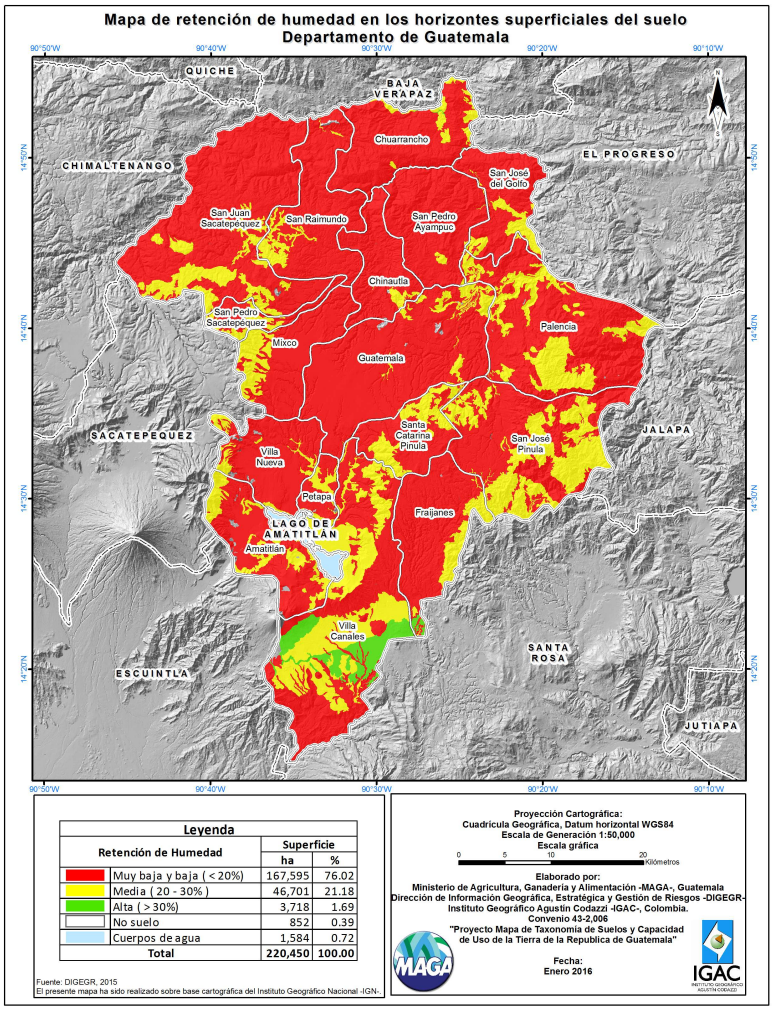


Figura 7.3 Retención de humedad de los suelos del departamento de Guatemala

7.1.4. Drenaje natural de los suelos del departamento de Guatemala

El drenaje natural hace referencia a la frecuencia y duración de los periodos húmedos en condiciones similares a las de formación del suelo, Soil Survey Staff (1993). La velocidad a la cual el agua es removida del suelo constituye su característica más distintiva.

Los drenajes naturales extremos (moderadamente excesivo o muy pobremente drenado) afectan desfavorablemente a las plantas y organismos del suelo. Si es moderadamente excesivo las plantas tienen dificultad para tomar el

agua que requieren y si es muy pobre, la falta de oxígeno disuelto en el agua afecta su desarrollo.

De los extremos, antes mencionados y de acuerdo con el mapa de la Figura 7.4, el 48.8% de las tierras del departamento tienen drenaje natural moderadamente excesivo; el 46.5% tienen drenaje bueno (bien drenado); el 1.7% moderado; el 1.6% excesivo y el 0.10% entre imperfecto y muy pobre. El 1.1% corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua. Las fuertes pendientes 69.4% (25 hasta >75%) y las texturas dominantes en el departamento 94.1% (entre medias y gruesas), explican el comportamiento del drenaje natural de las tierras.

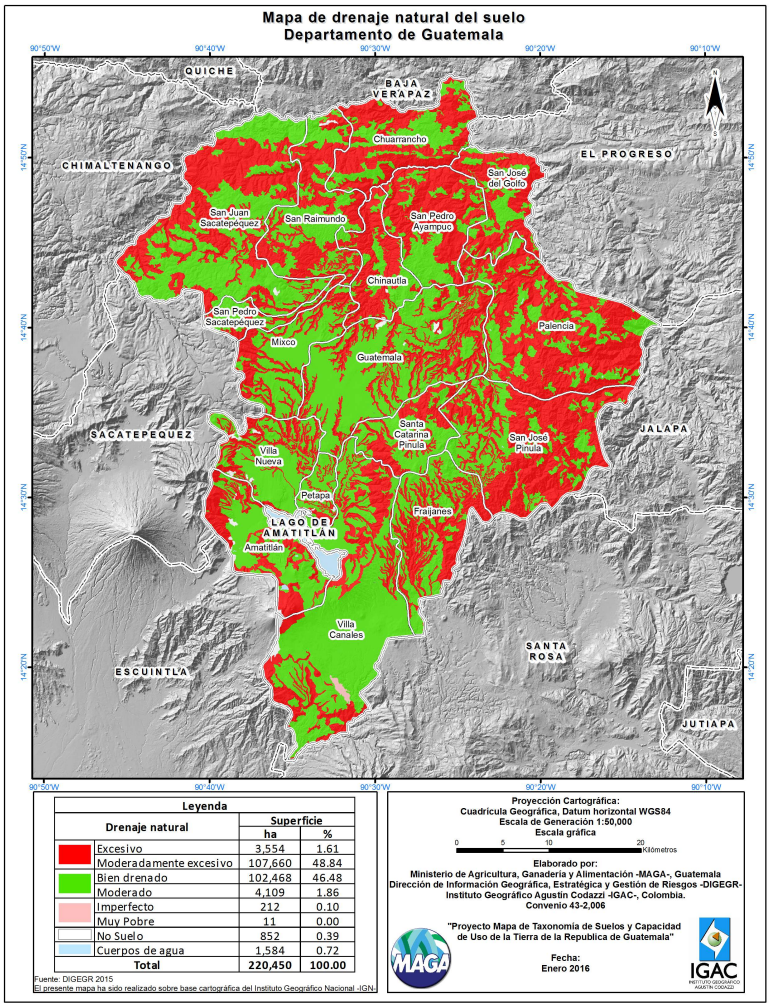


Figura 7.4 Drenaje natural de las tierras del departamento de Guatemala

7.1.5 Profundidad Efectiva Radicular

La profundidad efectiva radicular del suelo está dada por la distancia vertical a la cual llegan, sin restricciones, las raíces de las plantas. Esta propiedad de los suelos constituye un indicador biológico valioso, especialmente si se complementa con el estado de las raíces y con su densidad.

La profundidad efectiva integra la mayoría de los aspectos vinculados con la relación suelo-planta, ya que involucra variables como: fertilidad, humedad, porosidad y aireación. Si alguna de ellas es limitante la profundidad efectiva se verá afectada.

En el mapa de la Figura 7.5 se presentan las seis clases establecidas para calificar esta propiedad. Entre ellas resalta las clases muy profunda (>150 cm de espesor) y profunda (100 a 150 cm de espesor), con el 37.4%; moderadamente profunda (75 a 100 cm de espesor), con el 28.3%; moderadamente superficial (50 a 75 cm de espesor), con el 17.8%; superficial (25 a 50 cm de espesor), con el 9.6% y muy superficial (<25 cm de espesor), con el 5.9%. El 1.1% restante corresponde con áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

La influencia de piroclastos y suelos relacionados (Andisoles e intergrados ándicos de Inceptisoles y Molisoles), las texturas medias (79.1%), la porosidad (alta y media: 90.1%) y la retención de humedad (alta y media: 22.9%), están relacionadas con la clase "profunda" que está presente en menos de la mitad del área departamental.

En conclusión, los suelos del departamento en más de la mitad del área tienen limitantes, para el desarrollo radicular, esto se debe principalmente a la presencia de fragmentos de roca en el perfil y es más acentuado en el paisaje de montaña fallada o de convergencia erosional; además por la restricción de humedad, que se manifiesta durante varios meses al año. De lo anterior se puede afirmar que, si se asegura el suministro de agua, durante las épocas secas, en las clases profundas y moderadamente profundas, la producción agrícola se puede incrementar.

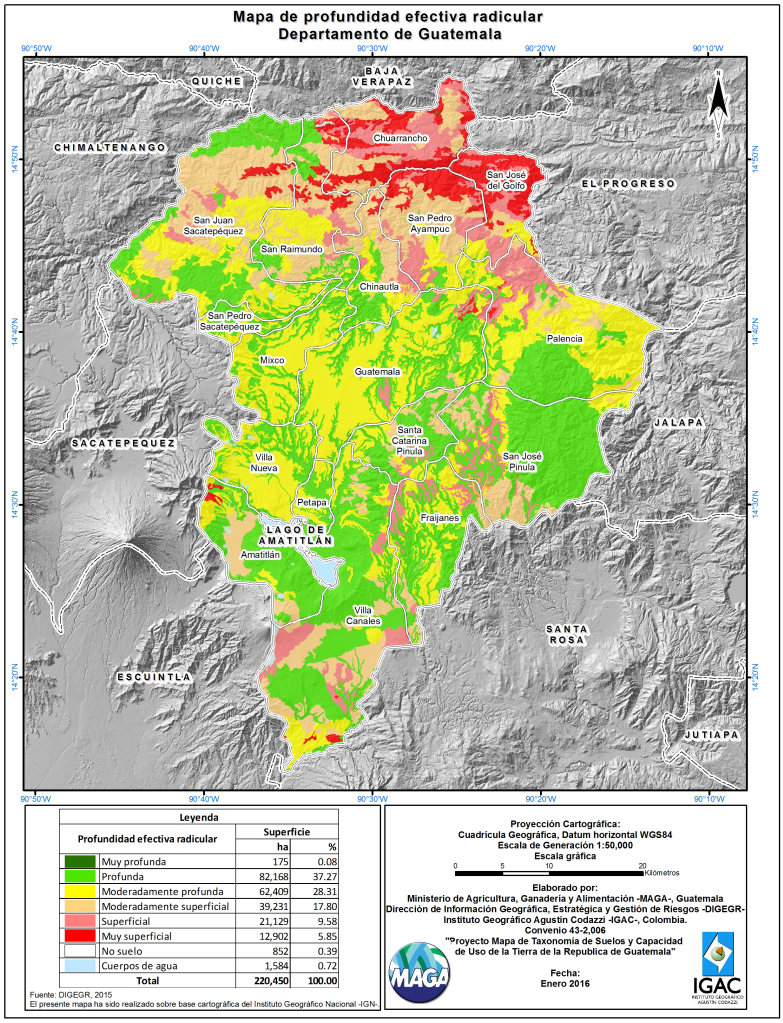


Figura 7.5 Profundidad efectiva radicular de los suelos del departamento de Guatemala

7.2 ASPECTOS QUÍMICOS DE LOS SUELOS

A continuación se comentan los aspectos químicos para los horizontes superficiales de los suelos del departamento de Guatemala. Estos aspectos son:

1. pH: reacción del suelo.
2. Capacidad de intercambio de cationes (actividad del suelo).
3. Saturación de bases (indicador de fertilidad química).
4. Carbono orgánico (materia orgánica).
5. Fósforo asimilable por las plantas.
6. Potasio asimilable por las plantas.
7. Fertilidad química.

7.2.1 pH: reacción del suelo

El pH de los suelos mide su reacción; vale decir permite conocer si es ácido, neutro, básico o alcalino y los rangos dentro de ellos.

La importancia del pH es muy grande ya que se vincula con su fertilidad, con la presencia de elementos o compuestos tóxicos, con los organismos (pequeños y grandes) y con las plantas que crecen en el suelo.

Algunos ejemplos de lo anterior son los siguientes:

De acuerdo con el valor que presente el pH los elementos que requieren las plantas están o no disponibles para su nutrición. En otras palabras el valor del pH ayuda a entender la fertilidad química de los diferentes suelos. En la Figura 7.6 se presenta la disponibilidad de cada elemento en función de su valor (el espesor o grosor de las líneas en la figura indica su disponibilidad para ser "tomado" por los organismos).

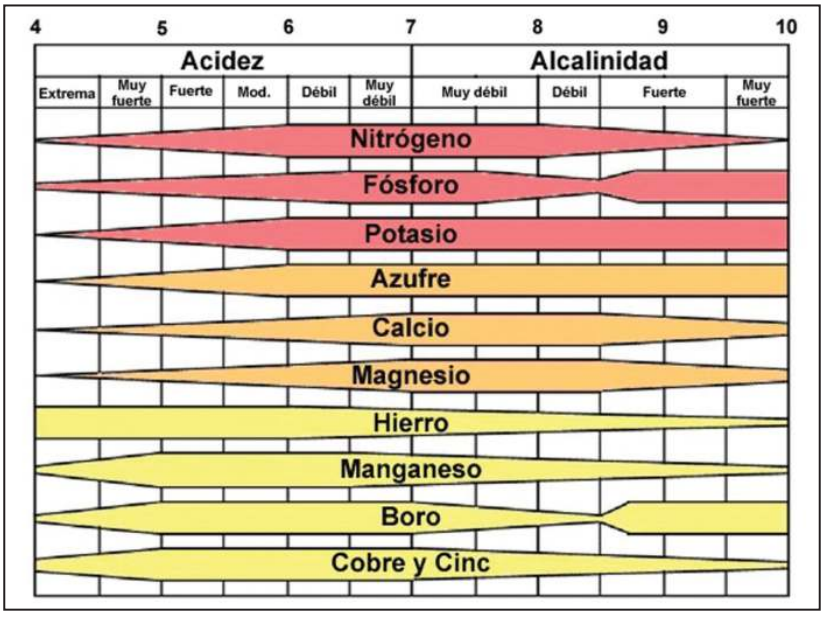


Figura 7.6 Relación entre el valor del pH y la disponibilidad de elementos requeridos por las plantas -a mayor espesor de las líneas, mayor disponibilidad de los elementos-, Potash & Phosthate Insititute, 1997

En resumen, conociendo el valor del pH y comparándolo con la información presentada en la Figura 7.6, se puede tener una idea clara de su influencia sobre la fertilidad química de los suelos. Ello, por supuesto, si los elementos están presentes en el medio.

Si el pH es muy ácido (< de 5.5) o muy básico o alcalino (> de 8.5) se generan condiciones que afectan la fertilidad, se presentan "desbalances" entre los elementos y condiciones químicas adversas tanto para los organismos del suelo como para las plantas susceptibles a ellas.

En la Figura 7.7 se presentan los resultados de los valores de pH obtenidos para el departamento de Guatemala. Los rangos utilizados son los siguientes: **limitantes:** fuertemente ácidos (pH <5.5) y fuertemente alcalinos (pH >8.5); **intermedios:** moderada a ligeramente ácidos (pH 5.5 - 6.5) y ligera a moderadamente alcalinos (pH 7.4 - 8.4); **no limitantes:** neutros (pH 6.6 - 7.3).

Los resultados indican que el 31.2% de los suelos no presentan limitaciones (pH 6.6 – 7.3), para el desarrollo de la mayor parte de los cultivos. El 55.0% tiene valores intermedios (pH 5.6 – 6.5; 7.4 – 8.4), lo cual, en la práctica, tampoco los limita (excepto en cultivos exigentes en este aspecto). Los suelos con limitaciones (pH <5.5; >8.5), son pocos (12.7%), con lo cual se puede concluir que el pH en el 86.2% no es un factor que limite la productividad de las tierras del departamento y solamente el 12.7% merecen un manejo especial. El 1.1% restante corresponde a áreas que no presentan suelos y a cuerpos de agua.

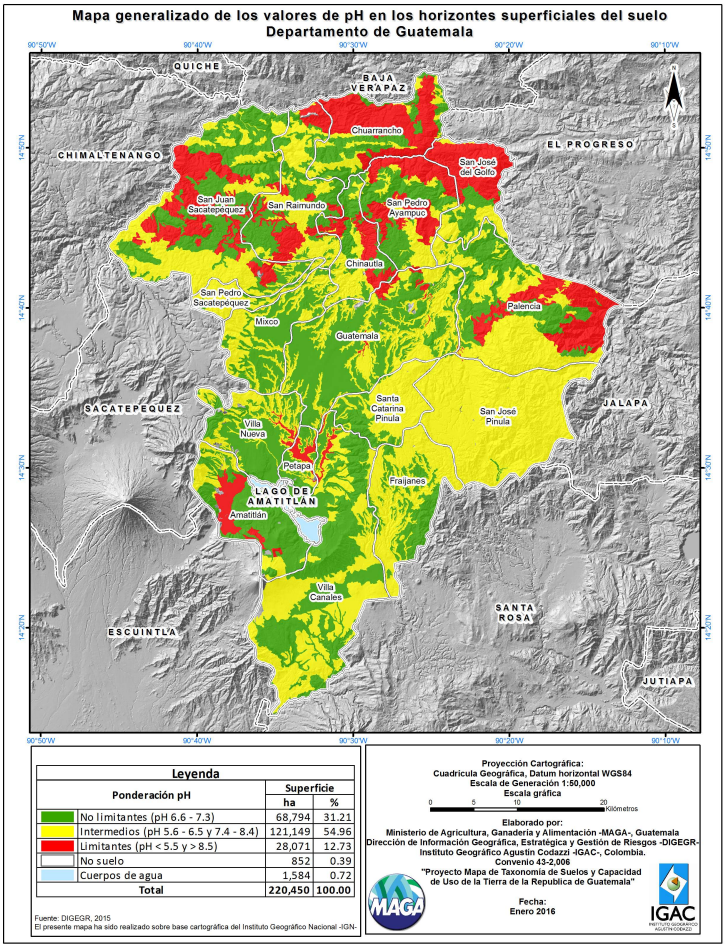


Figura 7.7 Valores de pH de los horizontes superficiales de los suelos del departamento de Guatemala

7.2.2 Capacidad de intercambio de cationes (actividad de los suelos)

La actividad de los suelos (que tan activos son) se vincula con la capacidad para retener, almacenar e intercambiar elementos (Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio) vinculados con su fertilidad o para evaluar si algunos presentan problemas de toxicidad (ejemplo: Aluminio). Además, influye en la capacidad para evitar cambios drásticos en el pH (capacidad reguladora) y en la humedad.

Esta característica, una de las más importantes del suelo, evita o limita la pérdida de muchos nutrientes para las plantas. Ella está vinculada con la presencia de arcillas, compuestos derivados de la mineralización de la materia orgánica (humus) y diferentes coloides (compuestos muy pequeños) asociados con la alteración de cenizas volcánicas (muy importantes en la zona sur del departamento, "bloque Chortí"); además se vincula a menores precipitaciones y a menor lavado de nutrientes la capacidad de intercambio de cationes alta, en área norte (zona de Sutura), donde los contenidos de ceniza volcánica disminuyen notablemente (Ver más información Capítulo 2).

Todos ellos presentan una característica común: tienen cargas eléctricas que "retienen" con mayor o menor fuerza algunos de los nutrientes que requieren las plantas: en otras palabras representan la "actividad" de los suelos, haciendo que estos disminuyan o retarden su pérdida (por "lavado") y se mantenga el pH.

El mapa de la Figura 7.8 está referido a esta característica y muestra la actividad que presentan los horizontes superficiales estudiados, en él se consideran valores altos, medios, bajos y muy bajos.

Los resultados del estudio indican que el 80.1% de los suelos tienen alta capacidad de intercambio, el 18.0% media y el 0.8% baja. El 1.1% restante corresponde a áreas que no presentan suelos y a cuerpos de agua. Lo anterior se explica fundamentalmente debido a la generación de productos activos asociados con la alteración de cenizas volcánicas (productos coloidales llamados alófanas, altamente predominantes en la fracción arcilla), ya que el contenido de materiales orgánicos (humus) es bajo en el 54.9% de los suelos del departamento.

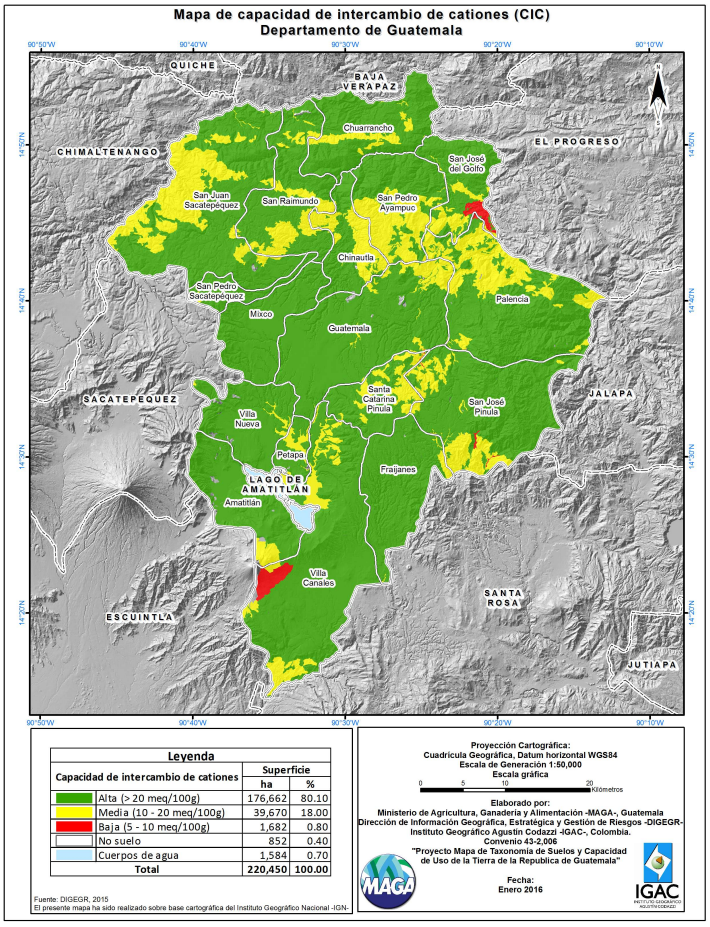


Figura 7.8 Capacidad de intercambio de cationes (actividad de los suelos) en el departamento de Guatemala

7.2.3 Saturación de bases

En los dos temas previos (pH y actividad de los suelos) se comentaron sus relaciones con elementos (nutrientes) presentes en el suelo; mediante su interpretación se concluyó que el pH no los limitaba y que la capacidad para retenerlos era alta, la cual tampoco los desfavorece. En el tema actual

se evalúan los elementos (nutrientes) relacionados con esta retención.

Las “bases intercambiables” hacen referencia a elementos como Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio, retenidos por las cargas eléctricas, previamente comentadas. La suma de todos ellos comparada con la capacidad de retención que tiene el suelo es lo que se conoce como “saturación de bases”.

La saturación de bases establece, de manera general, el estado de nutrientes del suelo. Obviamente no incluye elementos tan importantes como Fósforo o Nitrógeno, pero sí permite llegar a una aproximación sobre la fertilidad química del suelo. Lo anterior debe complementarse con las relaciones entre los elementos (por ejemplo entre Calcio, Magnesio y Potasio), ya que si no se presentan adecuadamente surgen problemas en cuanto a su asimilación por parte de la planta; este aspecto no se trata en estos comentarios, pero debe estar presente al momento de recomendar fertilizantes.

De acuerdo con los resultados mostrados en el mapa de la Figura 7.9 los suelos del departamento, en un 46.9% tienen saturación alta, el 39.0% media y el 13% presentan baja saturación. El 1.1% restante corresponde a cuerpos de agua y áreas que no presentan suelos. El 85.9% de los suelos del departamento presentan saturaciones medias y altas, lo que comprueba la hipótesis planteada (el pH no limita la capacidad del suelo para retener nutrientes).

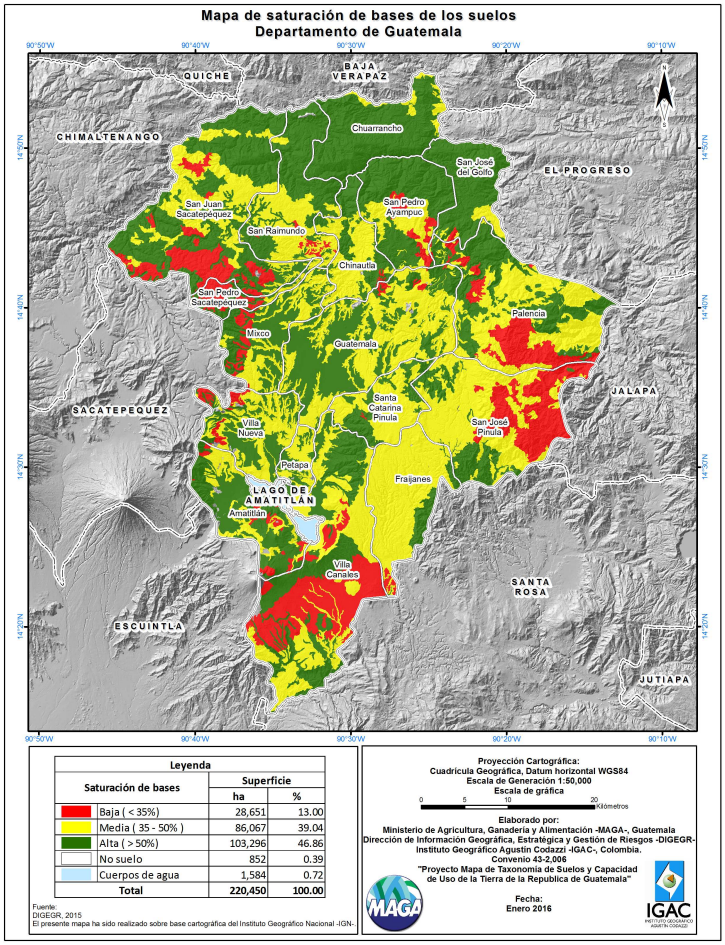


Figura 7.9 Saturación de bases en los suelos del departamento de Guatemala

7.2.4 Carbono orgánico (materia orgánica)

El carbono orgánico de los suelos es el principal integrante de su materia orgánica. Esta, a su vez, influye en múltiples características y propiedades.

La materia orgánica, al descomponerse (mineralizarse) y humificarse genera un material muy importante en los suelos: el humus. Para que ello ocurra se requieren condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno), organismos grandes que la fragmenten y la dispongan para ser consumida por pequeños organismos del suelo (bacterias, hongos). El producto final (humus) está integrado por diferentes tipos de compuestos, predominando unos u otros dependiendo de la calidad del medio (temperatura, humedad, pH, nutrientes, organismos).

Durante este proceso se liberan y pueden hacerse asimilables por las plantas varios elementos que influyen en la nutrición vegetal (Nitrógeno, Fósforo y Azufre, por ejemplo). El humus también influye en la retención de la humedad, en la porosidad, la formación de agregados (terrones), en la actividad, tipo y presencia de los

organismos del suelo, ya que es la fuente de energía que requieren para su desarrollo. Además, es un componente fundamental de la actividad del medio (influye grandemente en la capacidad para el intercambio de elementos y en la asociada con la regulación del pH del mismo).

El contenido de materia orgánica depende mucho de la temperatura, razón por la cual su interpretación se lleva a cabo en función de los pisos térmicos (fríos, templados, cálidos), ya que la presencia, tipos y abundancia de los organismos se vinculan con ella, al igual que la velocidad de las reacciones asociadas con su descomposición y producción de humus.

Los resultados del estudio de los suelos del departamento indican que el contenido de carbono orgánico (Figura 7.10), referido a los horizontes superficiales (los más ricos en el elemento), es bajo en el 74.1% de los casos, medio en el 18.9% y alto solamente en el 6.0%. El 1.1% corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

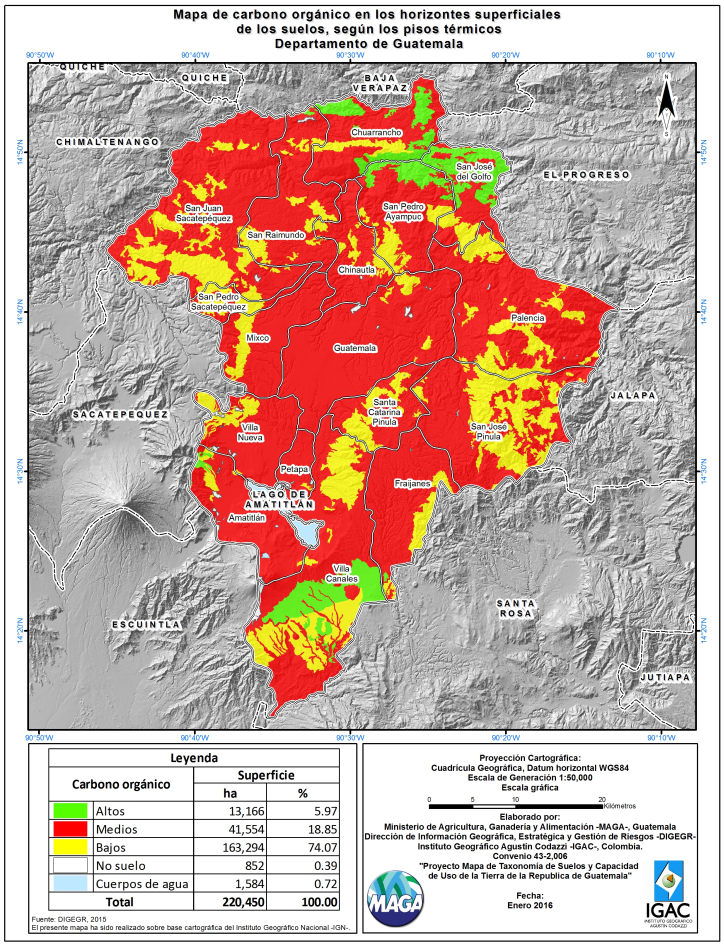


Figura 7.10 La materia orgánica de los suelos del departamento de Guatemala

Los resultados, a su vez, definen y establecen que el manejo de los materiales orgánicos sea una labor indispensable, tanto para la productividad de las tierras como para su calidad como recurso natural. El manejo de las tierras debe llevarse a cabo de tal manera que el contenido de materia orgánica se incremente; para ello la incorporación de residuos de cosecha, los abonos verdes y las prácticas de labranza reducida deben constituir normas imprescindibles. Ello, a la vez que incrementa su productividad, genera un medio propicio para la vida en sus múltiples manifestaciones y reduce la aplicación de fertilizantes.

7.2.5 Fósforo asimilable por las plantas

El fósforo es uno de los elementos mayores (se requiere en mayores cantidades) que necesitan las plantas. Las fuentes del elemento son algunos minerales como las apatitas, son muy escasos o no identificados en la fracción arenosa analizada en los suelos del departamento, o los materiales orgánicos que, como se comentó en el punto anterior, son bajos. Lo anotado indica que las fuentes del elemento en el departamento de Guatemala son muy escasas.

El elemento, cuando pasa al suelo, presenta diferentes reacciones que influyen sobre su asimilabilidad por las plantas; una de ellas se vincula con pH's ácidos que generan compuestos poco solubles (la planta no los absorbe), este no es el caso del departamento (ya que el valor dominante del pH no es ácido). Otra posibilidad

es que reaccione con productos derivados de la alteración de cenizas volcánicas y lo "fijen" (lo conviertan en poco asimilable); ello puede presentarse, ya que los Andisoles y sus intergrados (suelos "parecidos" a ellos) son frecuentes y participan en estos procesos, especialmente en el área sur del departamento. No obstante este tema debe investigarse ya que los valores del pH influyen en estos fenómenos (en especial sobre el tipo y cantidad de cargas); además, otros aspectos que se toman en cuenta para su caracterización (propiedades ándicas y, en especial, el aluminio activo) afectan la disponibilidad del elemento. Información adicional sobre este tema y resultados obtenidos en algunos suelos cafetaleros de Guatemala se presentan en Sumner et al. (1992).

La apreciación tentativa de la capacidad de fijación del fósforo puede tomarse con base en los resultados de los análisis de aluminio activo, de la retención de fosfatos y de la evaluación de materiales amorfos en la fracción arcilla. El criterio general seguido para estimarla en el departamento se fundamenta en que los Andisoles más evolucionados (por ejemplo Hapludands) tienen mayor capacidad de fijación; por el contrario, los de baja evolución (Ustivitrands, por ejemplo) se consideran menos fijadores del elemento, al igual que los Molisoles con influencia volcánica y los intergrados ándicos de otros suelos (especialmente Inceptisoles).

La Figura 7.11 muestra el contenido de fósforo asimilable por las plantas. Este es bajo en el 90.3% de los suelos. Solo un 1.7% de ellos lo presentan en el rango alto (posiblemente por aplicación de fertilizantes fosfóricos) y un 6.9% en el rango medio. El 1.1% restante corresponde a áreas sin suelos y cuerpos de agua.

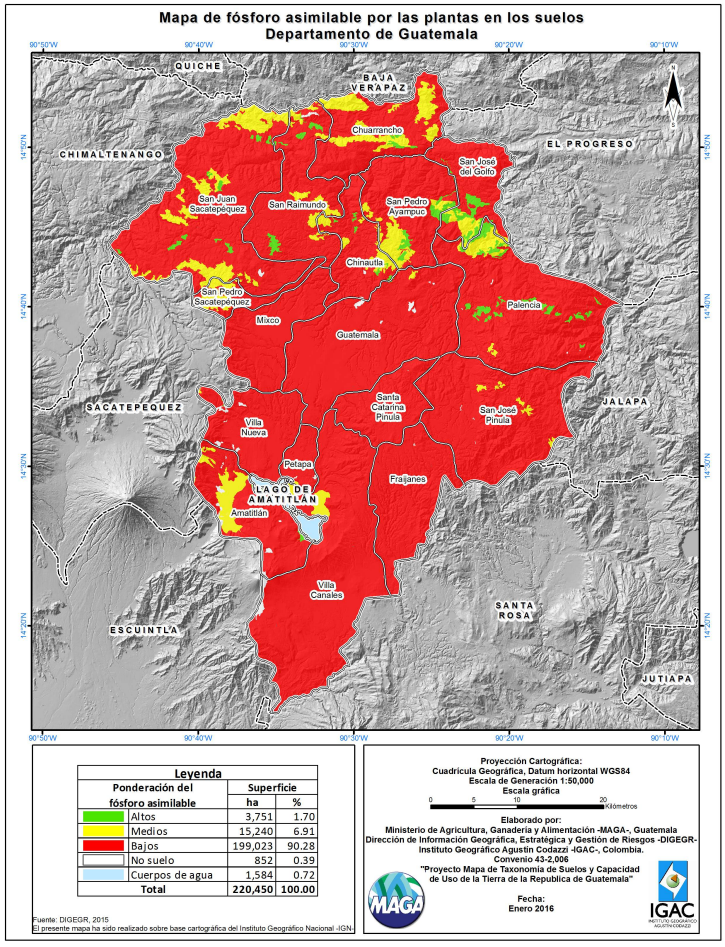


Figura 7.11 Fósforo asimilable por las plantas en los suelos del departamento de Guatemala

En resumen: el contenido de fósforo en los suelos es bajo, con grados variables de fijación (predominando los valores bajos a medios). Es necesario por tanto realizar aplicaciones de Fósforo en forma localizada, cercana a las raíces.

7.2.6 Potasio asimilable por las plantas

El potasio, al igual que el fósforo, es un elemento requerido por las plantas en cantidades relativamente altas, por ello se considera un elemento mayor.

En el suelo el potasio se encuentra en múltiples formas, bien sea haciendo parte de las estructuras de algunos minerales (algunas micas y feldespatos potásicos), en el espacio interlaminar de algunas arcillas, en forma

soluble (en la solución del mismo) o en forma intercambiable, vinculado con las cargas eléctricas que hacen parte de la capacidad de cambio. Esta última representa una condición menos cambiante y más confiable para evaluar su contenido, en cuanto a su disponibilidad para la planta, razón por la cual fue utilizada en el presente estudio.

Las fuentes del elemento en el departamento no se han investigado, se piensa que pueden provenir de la alteración del vidrio volcánico incoloro o félsico (material emitido por los volcanes) y presente en las arenas de sus suelos, ya que en los análisis mineralógicos no se reportan feldespatos potásicos. Ello, como hipótesis de trabajo, puede ser válido para algunos volcanes, no para todos.

Este elemento, contrario al fósforo asimilable, se presenta en cantidades altas (69.7%), medias (19.1%) y bajas en el 10.1% de los suelos (Figura 7.12); el 1.1% faltante corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua. Los resultados concuerdan con los presentados por Sumner et al. (1992) en cuatro Andisoles (Udands) representativos de la zona cafetalera de Guatemala, ya que en dicho estudio los valores varían entre contenidos muy bajos a altos.

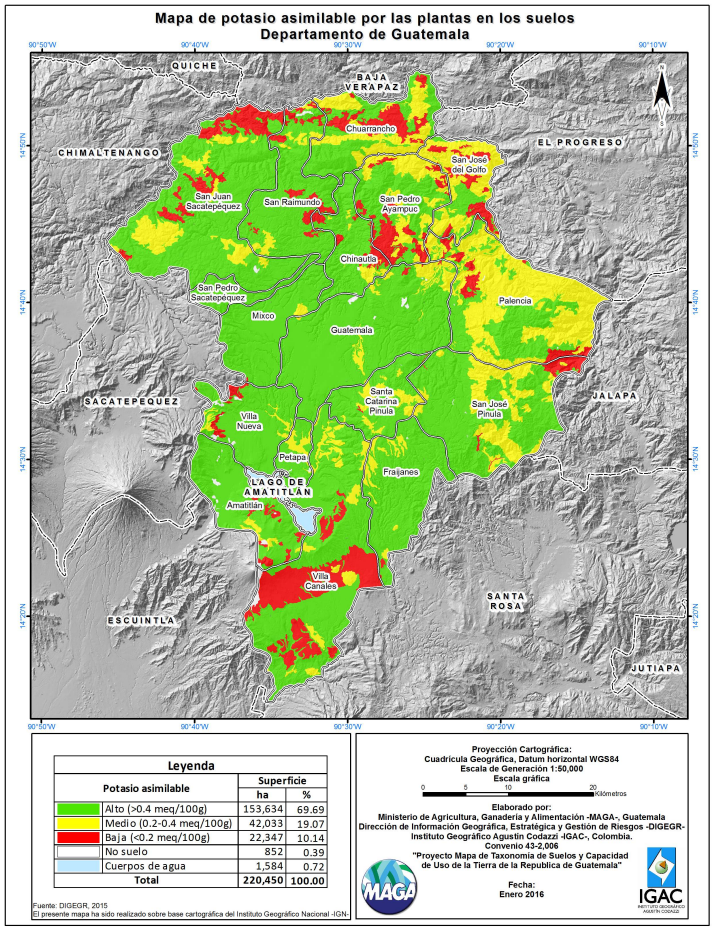


Figura 7.12 Potasio asimilable por las plantas en los suelos del departamento de Guatemala

7.2.7 Fertilidad química de los suelos

La fertilidad química de los suelos sirve para evaluar, en conjunto, tanto los elementos requeridos por las plantas, como el pH, el contenido de materia orgánica y la capacidad del medio para retenerlos e intercambiarlos. Hace parte de la fertilidad del suelo como tal, ya que esta última incluye no solamente la parte química sino las condiciones físicas requeridas para que los elementos sean absorbidos por las raíces (requerimientos de temperatura, humedad, ausencia de capas limitantes y de niveles freáticos altos, profundidad efectiva), para el pleno desarrollo radicular.

La síntesis de la fertilidad química se expresa en la Figura 7.13. En ella se destacan los valores muy altos (4.2%), altos (73.2%) y medios (21.3%). Solo el 0.3% de los suelos presentan fertilidad baja. Esta evaluación se realizó siguiendo la fórmula utilizada en la metodología del IGAC (2006). El 1.1% corresponde a las áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

No obstante los resultados señalados, debe tenerse en cuenta que elementos como Fósforo y Nitrógeno son deficitarios en los suelos del departamento y deben ser aplicados. Los bajos valores de materiales orgánicos y la presencia de compuestos que interfieren con la solubilidad del fósforo, así lo determinan.

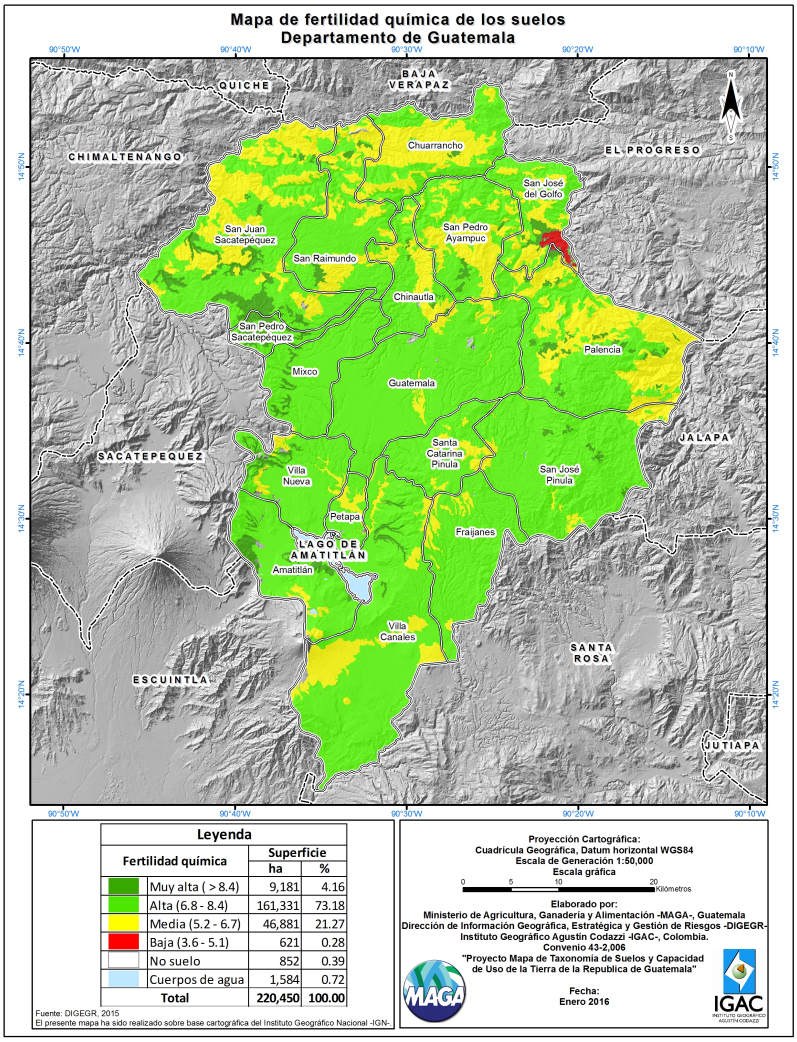


Figura 7.13 Fertilidad química de los suelos del departamento de Guatemala

7.2.8 Síntesis de los aspectos físicos y químicos de los suelos del departamento de Guatemala

Las características y propiedades de los suelos, referidos a sus aspectos físicos y químicos se resumen, de manera general, a continuación. Otros aspectos, ya asociados a las tierras (erosión, pendientes del terreno, limitantes mayores) se comentan posteriormente.

- Los suelos del departamento manifiestan una alta influencia de materiales piroclásticos (tefras en general), que influyen en sus características y propiedades, tanto físicas como químicas, especialmente en el área sur del departamento (bloque Chortí); además presentan alta pedregosidad superficial y fragmentos de roca en el perfil, los suelos del área norte (zona de Sutura).

- Desde el punto de vista físico resaltan los siguientes aspectos: grupos texturales medios (79.1%); porosidades totales variables: medias y altas (90.1%) y bajas (8.8%); la retención de humedad se presenta en rangos muy bajos y bajos en el 76.0% y entre medios y altos 22.9%.

- Los aspectos físicos mencionados influyen en las prácticas de manejo de los suelos, entre ellas en el riego que requieren las tierras debido a la estacionalidad marcada de las lluvias. Láminas medias moderadamente espaciadas en el tiempo, para el 22.9% de los suelos y riegos poco intensos y frecuentes, para las áreas que presentan baja retención de humedad (76.0%).

- Las condiciones de fertilidad química son favorables: pH's no limitantes, adecuada capacidad de intercambio de elementos y suficientes saturaciones de "bases". No obstante, se presentan deficiencias de dos elementos que las plantas requieren en mayores cantidades: Nitrógeno y Fósforo. Estas deficiencias tienen dos razones: las pocas cantidades de materiales orgánicos que tienen los suelos (fuentes de ellos) y la presencia de productos de alteración de las tefras (materiales amorfos y aluminio activo) que afectan la dinámica del fósforo e influyen en su asimilabilidad por las plantas, principalmente en el área sur (bloque Chortí). Las razones para explicar el comportamiento de estos suelos residen en su origen volcánico, en el bajo grado de desarrollo (evolución) que presentan y asociado con ello, en la dinámica implícita de sus características ándicas.

- El manejo de los suelos, como consecuencia de lo expresado, debe favorecer y recomendar prácticas que aumenten el contenido de materia orgánica (incorporar abonos orgánicos, residuos de cosechas, establecer e incorporar abonos verdes), realizar labores de preparación de tierras que eviten la oxidación de los pocos materiales orgánicos (labranzas mínimas), llevar a cabo riegos de intensidad y frecuencia variables, acordes con los suelos, y aplicar fundamentalmente fertilizantes nitrogenados y fosfóricos (estos últimos en la forma más localizada posible, si el cultivo lo permite).

7.3 ASPECTOS AMBIENTALES DERIVADOS DEL MAPA DE SUELOS

El mapa de suelos del departamento y su leyenda explicativa constituyen la base para presentar cinco temas que trascienden los aspectos físicos y químicos de los suelos y se vinculan con temas del manejo de la tierra como tal (el suelo y su ambiente). Ellos tienen que ver tanto con la calidad del recurso suelo, como con aquellos íntimamente relacionados con él. Estos son:

1. Pendiente del terreno
2. Erosión de las tierras
3. Limitantes de las tierras
4. Intensidad de uso de las tierras
5. El contenido de carbono orgánico y su relación con el secuestro del CO_2 atmosférico y el cambio climático global

La presentación de estos aspectos facilita la aplicación del presente estudio a aquellos referidos a la planificación y al ordenamiento del territorio.

7.3.1 Pendiente del terreno

La inclinación que presentan las tierras (su pendiente) constituye una de sus principales características. Su importancia se debe a que muchas aplicaciones prácticas se vinculan con ella; entre ellas, el desarrollo de labores agrícolas, los tipos de instrumentos a utilizar, los usos prioritarios que deben tener, las prácticas de manejo y conservación, y tipos de riego.

Los mapas de pendientes, tal como el que se presenta en la figura 7.14 , tienen también aplicaciones en los campos de las ingenierías (civil, sanitaria, agrícola), en el establecimiento de áreas de reserva y protección ambientales, en la localización de sitios para almacenamiento de agua, presas, en rellenos sanitarios y otros usos.

El diseño de vías y carreteras está supeditado, en muchos casos, a la pendiente del terreno; por esta razón el establecimiento de "corredores viales" constituye una aplicación importante dado que, en unión con los materiales que las integran (formaciones superficiales), definen su estabilidad. Las excavaciones implícitas en su construcción con frecuencia son causas de inestabilidad y de favorecer movimientos en masa (deslizamientos).

De acuerdo con el mapa de la Figura 7.14, los rangos en que se presentan las pendientes del departamento son:

- Las áreas con pendientes inferiores al 7% representan el 12.7% de las tierras; su prioridad debe ser para la agricultura intensiva.

- Las áreas con pendientes 7-12 y 12-25% constituyen el 17.3%. Por sus características requieren prácticas de manejo y control de erosión, de tal manera que se asegure que su uso (agrícola y pecuario) no afecte la calidad del recurso.

- Las pendientes en el rango 25-50% son muy susceptibles a los fenómenos erosivos y, como tal, deben manejarse con mucho cuidado. Su porcentaje en el departamento (22.7%) establecer políticas claras que propendan por la conservación de la calidad del recurso y que eviten su degradación. Los usos agrosilvícolas, agrosilvopastoriles, silvopastoriles y las actividades forestales deben evaluarse cuidadosamente al momento de pensar en su utilización.

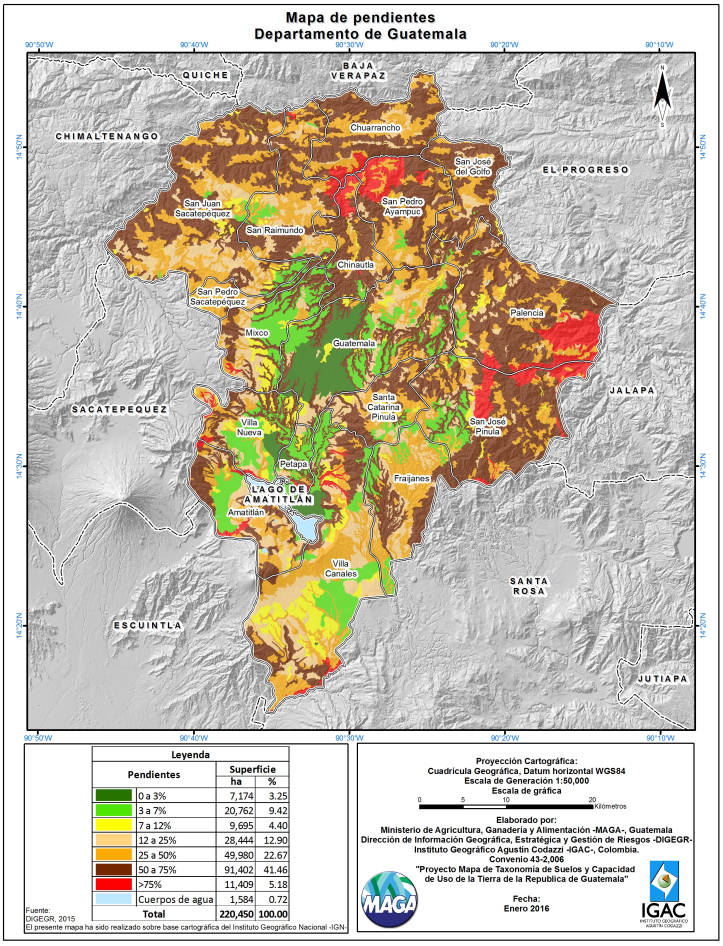


Figura 7.14 Mapa de pendientes (%) en el departamento de Guatemala

- Las tierras con pendientes en el rango 50-75% abarcan el 41.5% del departamento. Las limitaciones que presentan son muy severas y en su uso las actividades forestales son recomendables. El principal criterio que debe tenerse en mente, al momento de seleccionar su uso, es el de prevenir la pérdida de la cobertura vegetal, ya que en ella radica la clave de su manejo. Cualquier actividad que se lleve a cabo debería ir acompañada de muy fuertes medidas de conservación de suelos, con la finalidad de evitar su degradación.

- Las tierras con pendientes que superan el 75% (5.2%) deben dedicarse a la conservación de los recursos, las fuentes de agua y la biodiversidad. El 1.1% corresponde a cuerpos de agua.

Se recomienda que los planteamientos expresados formen parte de políticas tanto sobre el manejo del recurso tierra como de las que integran el componente ambiental.

7.3.2 Erosión actual de las tierras

La erosión de las tierras se ha asociado con el "cáncer" de ellas. Este proceso, generado por la acción del agua o del viento, separa y transporta partículas del suelo provocando su pérdida.

La erosión de las tierras en el departamento está directamente relacionada con los siguientes aspectos:

- Las pendientes pronunciadas: el 46.7% de las tierras de departamento superan el 50%.
- La agresividad de las lluvias es alta a muy alta (de acuerdo con el Índice Modificado de Fournier es mayor a 160). Ello está acorde con lo investigado por Neira y otros (2010), en Latinoamérica y El Caribe.
- La concentración de la precipitación durante seis meses del año. Si se toma el promedio de las tres estaciones con mayores años de medición, el 92.0% de las lluvias ocurre en la estación húmeda (mayo a octubre) y, solamente el 8.0%, durante la estación seca (noviembre a abril).
- La deforestación y pocas prácticas de conservación y manejo de suelos.
- La naturaleza de los suelos y el recubrimiento de materiales emitidos por los volcanes (piroclastos). En ambos casos se facilita la erosión, dado el bajo grado de desarrollo de los primeros y la deleznabilidad de los segundos.
- El exceso de pedregosidad superficial y de fragmentos gruesos en el perfil del suelo, que se presenta en la zona de Sutura (zona entre la falla de Jocotán y el río Motagua), esta impide que el suelo pueda cubrirse completamente de vegetación y colonización de especies forestales de raíz larga.

La erosión puede ser natural (por lo general lenta y constante en el tiempo, con excepción de eventos catastróficos que la incrementan) o, acelerada por acción humana, muchas veces relacionada con deforestación, exceso de labores agrícolas (pulverización del suelo, por ejemplo), sobre explotación, carencia de medidas de conservación de suelos, intervención de ecosistemas frágiles sin medidas de protección y otros.

Las consecuencias derivadas de los procesos erosivos incluyen la degradación de las tierras, la pérdida de su capacidad productiva y de su biodiversidad, la generación de sedimentos que colmatan embalses, lagunas y ríos y que afectan zonas agrícolas productivas.

El estudio de la erosión puede llevarse a cabo bajo diferentes aspectos que se vinculan con ella, entre ellos: procesos que la causan; susceptibilidad a ella; erosión actual. Esta última es la presentada en el mapa de la Figura 7.15.

Los resultados más importantes referidos a la erosión de los suelos son:

- El 36.6% de las tierras del departamento presentan erosión moderada. El 14.3% severa y el 43.7% ligera. En otras palabras el 94.6% de ellas se encuentra en estado de degradación avanzada en este aspecto. El 4.3%

no presentan erosión y el 1.1% restante corresponde a áreas que no presentan suelos, y cuerpos de agua.

- El grado ligero de erosión es especialmente peligroso ya que su evidencia se enmascara y sus rasgos no se manifiestan en forma notoria. Cuando lo hacen (aparición de horizontes por lo general más claros y pequeños surcos), ya es tarde para controlarla y los costos son altos.

- Las medidas de prevención del proceso deben ser la norma para evitar su presencia. El uso apropiado (de acuerdo con su vocación) que se le de a la tierra constituye una estrategia para evitar su degradación; no obstante ello no es suficiente si las prácticas de manejo no se llevan a cabo adecuadamente. Debido a las pendientes dominantes, la agresividad de la lluvia, los tipos de suelos y el manejo inadecuado dado a muchas de las tierras del departamento se requiere controlar el efecto erosivo del agua, especialmente en épocas lluviosas, mediante acequias de ladera, cultivar siguiendo curvas a nivel, no dejar el suelo desprovisto de vegetación, agregar residuos orgánicos y, en las áreas de mayor pendiente, construir terrazas que, por su diseño, mantengan el suelo en su lugar.

- La tierra tiene una oferta ambiental definida, si esta se supera entra en desequilibrio y comienza su degradación.

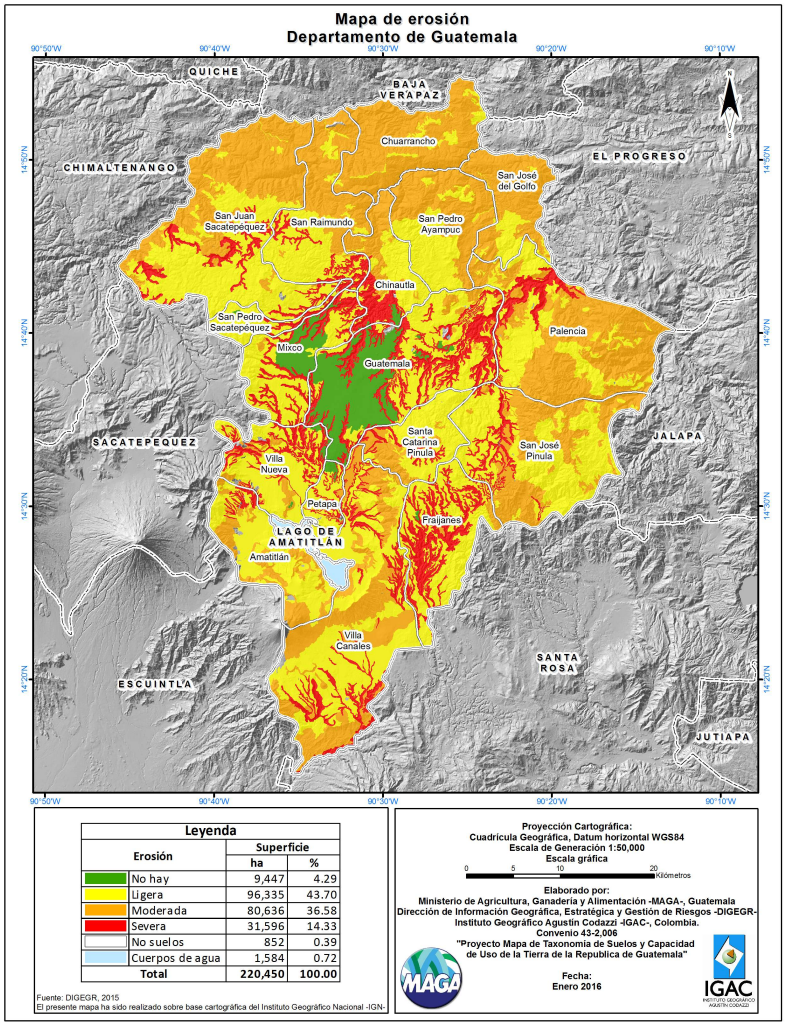


Figura 7.15 Grado de erosión en el departamento de Guatemala

7.3.3 Limitantes de los suelos: erosión, fragmentos gruesos, profundidad efectiva radicular y fertilidad natural

La erosión severa, la abundancia de fragmentos gruesos en el suelo, la poca profundidad efectiva para el desarrollo de raíces y la baja fertilidad, constituyen limitantes que afectan tanto el uso como el manejo y la productividad de las tierras.

El objetivo de representar estas limitantes de las tierras en un mapa radica en llamar la atención sobre estas zonas críticas, de tal manera que se tengan en cuenta al tratarse aspectos como la productividad agrícola, la planificación del desarrollo y el ordenamiento del territorio.

En el mapa de la Figura 7.16 se muestran las zonas del departamento con estas limitantes.

Con base en los resultados del estudio puede concluirse que amplias zonas del departamento presentan zonas críticas. En ellas se destaca la presencia de áreas con erosión severa (14.3%) y con baja profundidad efectiva para las raíces (15.4%).

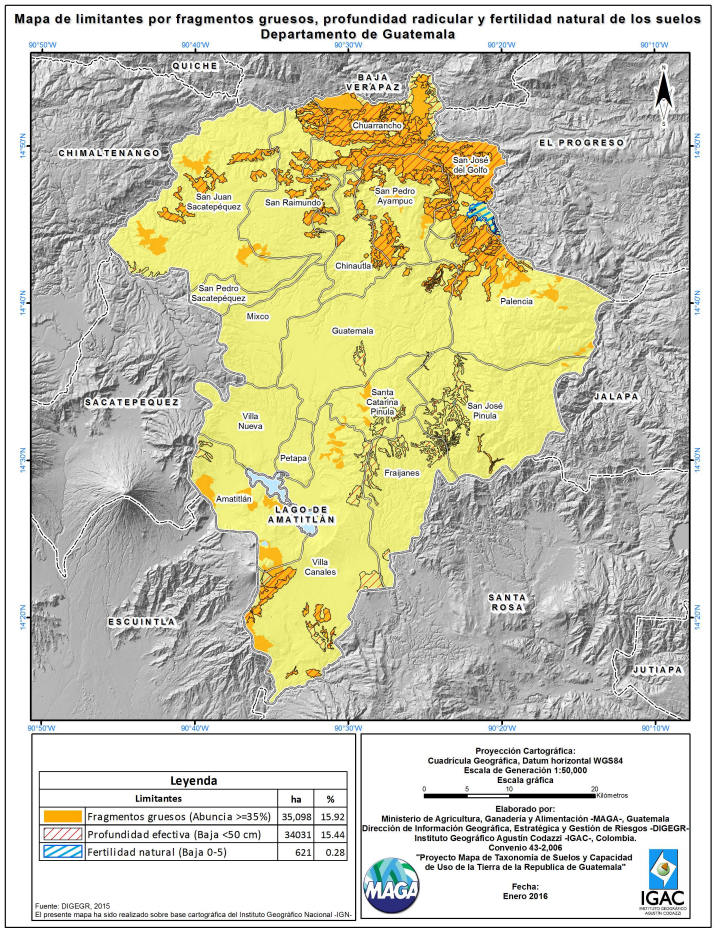


Figura 7.16 Mapa de limitantes por fragmentos gruesos, profundidad efectiva y fertilidad natural de los suelos del departamento de Guatemala

La abundancia de fragmentos gruesos (superiores al 35%) en los suelos genera un impedimento fuerte que repercute en su capacidad de uso y prácticas de manejo, el porcentaje de ellos (15.9%), aunado a la baja fertilidad química natural (0.3%) complementa el diagnóstico de los limitantes más importantes de las tierras y los suelos del departamento.

7.3.4 Contenido de carbono orgánico de los suelos y su vínculo con el secuestro de CO2 atmosférico y el cambio climático global

El carbono de los suelos del mundo constituye el mayor reservorio, no fósil, de este elemento. Su cantidad es tres veces mayor que la cantidad almacenada por las plantas y los animales presentes en los ecosistemas terrestres (Ecological Society of America, 2008). La principal forma como el carbono se almacena en el suelo es a través de la materia orgánica que este posee. Por otra parte, en sistemas agrícolas el tiempo de permanencia depende del manejo que se le de al suelo. Dicho tiempo constituye una ventaja adicional de este carbono, dado que puede durar hasta 1,000 años.

Aproximadamente el 50% del Carbono Orgánico del suelo (su materia orgánica) se ha venido perdiendo por prácticas de cultivo durante los últimos 50-100 años. En la actualidad las labores investigativas sobre este aspecto llevan a favorecer como las más promisorias las siguientes: mínima o no labranza, utilización de cultivos

de cobertura, rotación de cultivos, aplicaciones de abonos, manejo técnico de praderas, prácticas agroforestales, incremento en la eficiencia de los sistemas de riego, recuperación de tierras, reforestación, manejo del agua y de los nutrientes del suelo, Lal (2004).

Lo expresado resalta la importancia del recurso suelo y pone en evidencia la responsabilidad de su manejo. Un "mal uso" del suelo determina que parte del carbono almacenado vuelva a la atmósfera; "mal uso" se vincula con desprotección (deforestación), sobre explotación (exceso de labores agrícolas y sobrepastoreo), degradación (erosión, en especial) y la no incorporación de materiales orgánicos al suelo.

El mapa de la figura 7.17 muestra el contenido (expresado en volumen) del carbono orgánico de los suelos del departamento de Guatemala, hasta los 100 cm de profundidad. En él se destacan los siguientes aspectos:

- Las cantidades bajas y muy bajas abarcan el 54.9% de los suelos.
- Las cantidades medias incluyen el 36.7% de las tierras.
- El contenido del elemento que se califica como alto está presente en el 6.3% de los suelos y los muy altos son insignificantes con el 1.0%. El 1.1% corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

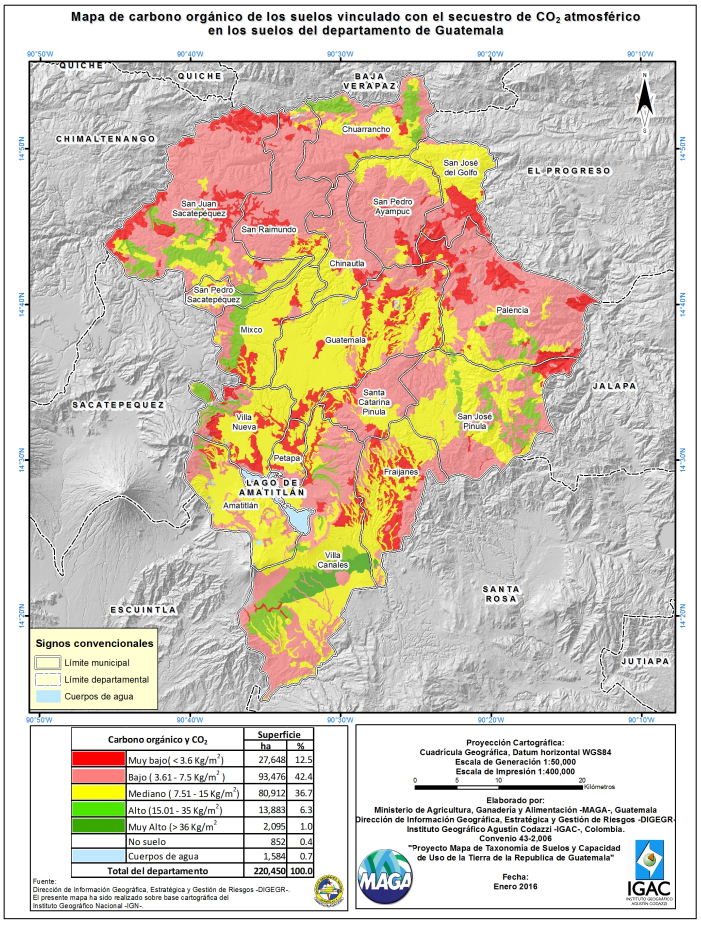


Figura 7.17 Cantidad de carbono orgánico de los suelos vinculado con el secuestro de CO_2 atmosférico, en el departamento de Guatemala

Como conclusión puede afirmase que los suelos están en capacidad de incrementar el contenido de carbono orgánico (materia orgánica) en más del 90% de su extensión. Ello dependerá del manejo al cual se sometan; si se llevan a cabo el departamento contribuirá con el secuestro del CO_2, aumentará su productividad agrícola y mejorará la calidad del recurso. Adicionalmente, los Andisoles y los suelos que intergradan a ellos, generan compuestos húmicos estables que, si son manejados en forma adecuada, contribuyen significativamente a combatir el cambio climático global.

7.3.5 Intensidad de uso de las tierras

El mapa de intensidad de uso de la tierra se obtuvo a través de intersectar los mapas de uso de la tierra y de clasificación de tierras por su capacidad de uso, el resultado es una tabla que compara las categorías de ambos mapas. La comparación se clasifica en las categorías *Subutilizado, Uso correcto y Sobreutilizado* que corresponden a las categorías de intensidad de uso de la tierra. En el Cuadro 7.1 se observa un ejemplo de esta comparación y en la Figura 7.18, se observa el mapa de intensidad de uso final.

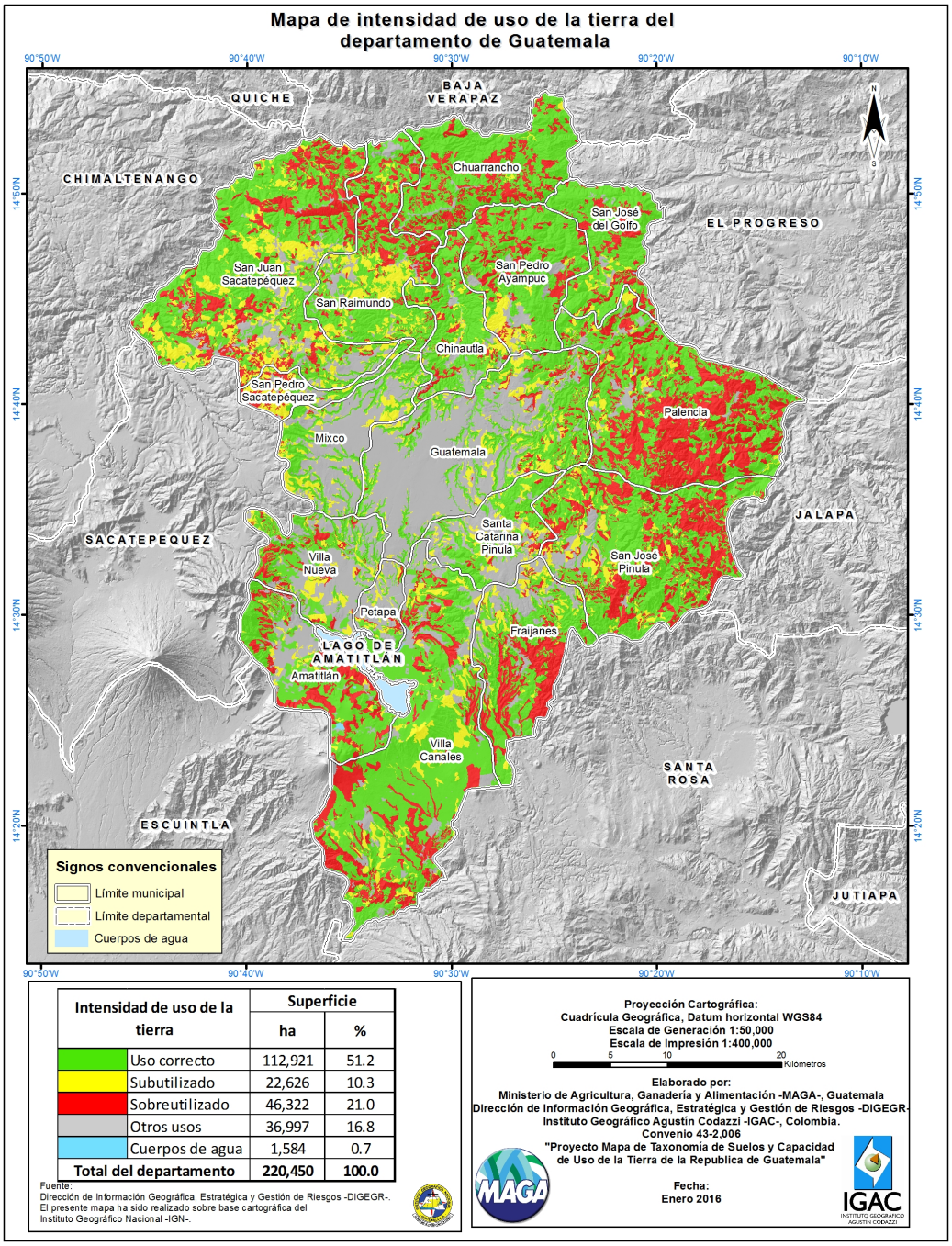


Figura 7.18 Mapa de intensidad de uso de la tierra del departamento de Guatemala

Cuadro 7.1 Fragmento de la comparación y clasificación de intensidad de uso

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE MANEJO	VOCACIÓN	USO ACTUAL	CALIFICACION
2	2pes	2pes1	AGRICOLA	Aguacate	SUBUTILIZADO
				Árboles dispersos	SUBUTILIZADO
				Bosque de coníferas	SUBUTILIZADO
				Bosque latifoliado	SUBUTILIZADO
				Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Café	SUBUTILIZADO
				Conífera	SUBUTILIZADO
				Granos básicos	USO CORRECTO
				Latifoliado	SUBUTILIZADO
				Macadamia	SUBUTILIZADO
				Hortalizas	USO CORRECTO
				Pasto natural	SUBUTILIZADO
				Tomate	USO CORRECTO
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	SUBUTILIZADO
				Territorios Artificializados	OTROS USOS
	2psc	2psc1	AGRICOLA	Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Pasto natural	SUBUTILIZADO
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	SUBUTILIZADO
				Territorios Artificializados	OTROS USOS
3	3ps	3ps1	AGRICOLA	Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Granos básicos	OTROS USOS
				Pasto natural	SUBUTILIZADO
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	SUBUTILIZADO
				Territorios Artificializados	OTROS USOS
		3ps2	AGRICOLA	Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Flores y follajes	USO CORRECTO
				Granos básicos	USO CORRECTO
				Otras hortalizas	USO CORRECTO
				Pasto cultivado	USO CORRECTO
				Pasto natural	SUBUTILIZADO
				Territorios Artificializados	OTROS USOS
6	6p	6p1	AGROFORESTAL	Aguacate	USO CORRECTO
				Bosque de coníferas	SUBUTILIZADO
				Bosque latifoliado	SUBUTILIZADO
				Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Café	USO CORRECTO
				Conífera	USO CORRECTO
				Flores y follajes	SOBREUTILIZADO
				Granos básicos	SOBREUTILIZADO
				Hortalizas	SOBREUTILIZADO
				Pasto cultivado	USO CORRECTO
				Pasto natural	USO CORRECTO
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	USO CORRECTO
				Territorios Artificializados	OTROS USOS
		6p2	AGROFORESTAL	Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Café	USO CORRECTO
				Plantación de Conífera	USO CORRECTO
				Flores y follajes	SOBREUTILIZADO
				Frutales deciduos	USO CORRECTO
				Granos básicos	SOBREUTILIZADO
				Otras hortalizas	SOBREUTILIZADO
				Pasto cultivado	USO CORRECTO
				Pasto natural	USO CORRECTO

7.4 SINTESIS DEL CAPÍTULO

Los temas presentados en las páginas previas pueden ser resumidos y generalizados con la finalidad de proporcionar una visión amplia de los suelos del departamento de Guatemala. Los detalles y aspectos específicos pueden consultarse en el acápite donde se explican las Unidades Cartográficas.

Para los aspectos físicos de los suelos, la retención de humedad es una de las limitantes en algunas áreas, dado que el 76.0% de las tierras la presentan en rangos bajos y muy bajos, o sea que tienen dificultades para retener el agua en el perfil. Ello, aunado a la deficiencia de lluvias durante un periodo prolongado (5 meses), determina la necesidad de riego con el fin de mantener su productividad (suelos predominantemente profundos y fértiles).

Desde el punto de vista químico los suelos no presentan problemas referidos al pH. Tanto la fertilidad química como la capacidad de intercambio, el potasio aprovechable por las plantas y la saturación de bases pueden considerarse altos. Las mayores limitaciones químicas radican en los valores bajos tanto de la materia orgánica (lo que implica deficiencias de Nitrógeno), como de los valores del Fósforo aprovechable por las plantas. En los suelos del orden Andisol y en aquellos con propiedades ándicas prevalece la retención de fosfatos.

Las limitantes más importantes, en general, de las tierras del departamento están referidos a las altas pendientes (por encima del 50%) que abarcan cerca del 47% de la superficie del departamento; la erosión actual calificada de ligera a moderada que se encuentra en más del 80% de los suelos y a la estacionalidad de las lluvias (varios meses secos al año) en el 100% de la extensión del territorio. Otras limitantes que han sido analizadas en el capítulo de Capacidad de Uso y Grupos de Manejo se refieren a la presencia de fragmentos gruesos (piedras) en el suelo o en su superficie (más acentuado en la zona de Sutura) y a la retención de fosfatos que se da en los suelos con propiedades ándicas. La erosión severa, si bien en un área equivalente al 14.3% de la superficie del departamento, constituye una señal de alarma de lo que puede ocurrir si no se manejan y utilizan bien, de acuerdo a su capacidad, las tierras del departamento.

En referencia a la Intensidad de Uso de la Tierra, el 51.22% de las tierras del departamento se encuentran en la categoría de “uso correcto”; sin embargo hay que destacar que el calificativo obedece al análisis del uso actual versus la vocación de uso, no así al manejo adecuado de las tierras, lo cual se evidencia en la presencia de erosión en la mayoría de la superficie departamental e implica la degradación del recurso en el mediano y largo plazo. En lo posible es necesario promover y realizar prácticas de manejo y conservación del suelo.

7.5 BIBLIOGRAFÍA

ESA (Ecological Society of America). 2008. Soil carbon sequestration fact sheet. Jan-Peter Mund (Topic Editor). http//www.eoearth.org/article/Soil-carbon-sequestration-fact-sheet.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2006. Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos. Subdirección de Agrología, Bogotá. Colombia. Sexta edición.648 p.

Lal, R. 2004. Soil Carbon Sequestration on Climate Change and Food Security .Science.Vol.304 No.5677 pp:1623-1627.

Maeda, T.; Takenaka, H.; Warkentin, B.P. Physical properties of allophane soils. Advances in Agronomy 29:229-264.

Neira, F.; Gabriels, D.; Lobo, D.; Verbist, K.; 2010. Assessment of rainfall aggressivity for Latin America and the Caribbean Countries. Univ. Gent. Int. Centre for Eremology. Cazalac. Org. de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Potash & Phosphate Intitute. 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos, U.S.A. 147 p.

SSS (Soil Survey Staff). 1993. Soil Survey Manual. USDA. NRCS.

Sumner, E.M.; West, L.T.; Leal, J.E. 1992. Suelos de la agroindustria cafetalera de Guatemala. Región Sur. Universidad de Georgia. Departamento de Agronomía. Athens. Estados Unidos de Norteamérica.

ANEXOS




CHUARRANCHO
SAN PEDRO AYAMPUC
SAN JOSÉ DEL GOLFO
SAN RAIMUNDO
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
CHINAUTLA
SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ
PALENCIA
CIUDAD DE GUATEMALA
MIXCO
SANTA CATARINA PINULA
SAN JOSE PINULA
VILLA NUEVA
PETAPA
AMATITLAN
VILLA CANALES
FRAIJANES

Anexo A: MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS PARA REALIZAR EL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

ANTECEDENTES

A finales del año 2005 la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR), actualmente reconocida como la Dirección de Información Geográfica y Gestión de Riesgo (DIGEGR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) de Guatemala, decidió contratar un estudio de preinversión para la elaboración de un mapa de clasificación taxonómica de suelos a nivel nacional y a nivel de semidetalle y a la escala cartográfica (1:50,000). El proyecto elaborado contenía recomendaciones sobre la conveniencia de establecer alianzas estratégicas con países de reconocida experiencia en la materia, uno de los países mencionados fue Colombia, debido a la trayectoria en estudios de suelos desarrollada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Se establecieron los contactos necesarios entre el MAGA y el IGAC y en agosto del 2006, se firmó el "Convenio de Cooperación No. 43-2006: Fortalecimiento Institucional y Asistencia Técnica entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la República de Guatemala y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi de la República de Colombia". El objeto del convenio es el compromiso del IGAC en brindar asesoría, capacitación, acompañamiento y supervisión para que el MAGA pueda obtener el Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra en su Fase I, que involucra los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Escuintla, Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos.

El primer departamento realizado fue Chimaltenango que ha funcionado como **"departamento piloto"** para el entrenamiento de los edafólogos guatemaltecos, el entrenamiento de los laboratorios de suelos del país y la adecuación a las condiciones locales de algunas variables (como los rangos climáticos, por ejemplo) vinculadas a los factores formadores de suelos. Con la experiencia adquirida se realizó el segundo estudio correspondiente al departamento de Sacatepéquez, seguido en tercer lugar por el departamento de Sololá y el cuarto, al cual hace mención este capítulo es el departamento de Guatemala.

El levantamiento semidetallado de suelos del departamento de Guatemala, se realizó conforme a las especificaciones del IGAC (2007, 2008, 2010, 2014), utilizando una combinación entre los enfoques sintético y analítico, por medio del cual se utilizaron técnicas de reconocimiento de suelos a partir de interpretación geomorfológico - climática, la descripción *in situ* de las características internas y externas del suelo, el análisis de laboratorio de muestras de los suelos representativos de la población edáfica delimitada, la cual finalmente fue clasificada y cartografiada a nivel de familia.

El inventario de suelos fue producto de realizar un análisis profundo e interpretativo de la información obtenida en gabinete, campo y laboratorio de suelos, así como la espacialización de las unidades de mapeo a partir de información geomorfológica y la asignación de los atributos edáficos y generales agrupados en Unidades Cartográficas de Suelos (UCS), a través de las cuales se delimitó la población taxonómica de los mismos y se definió el Mapa de Suelos. El flujograma con las etapas empleadas y sus actividades se muestra en la Figura A-1 y se describe a continuación.





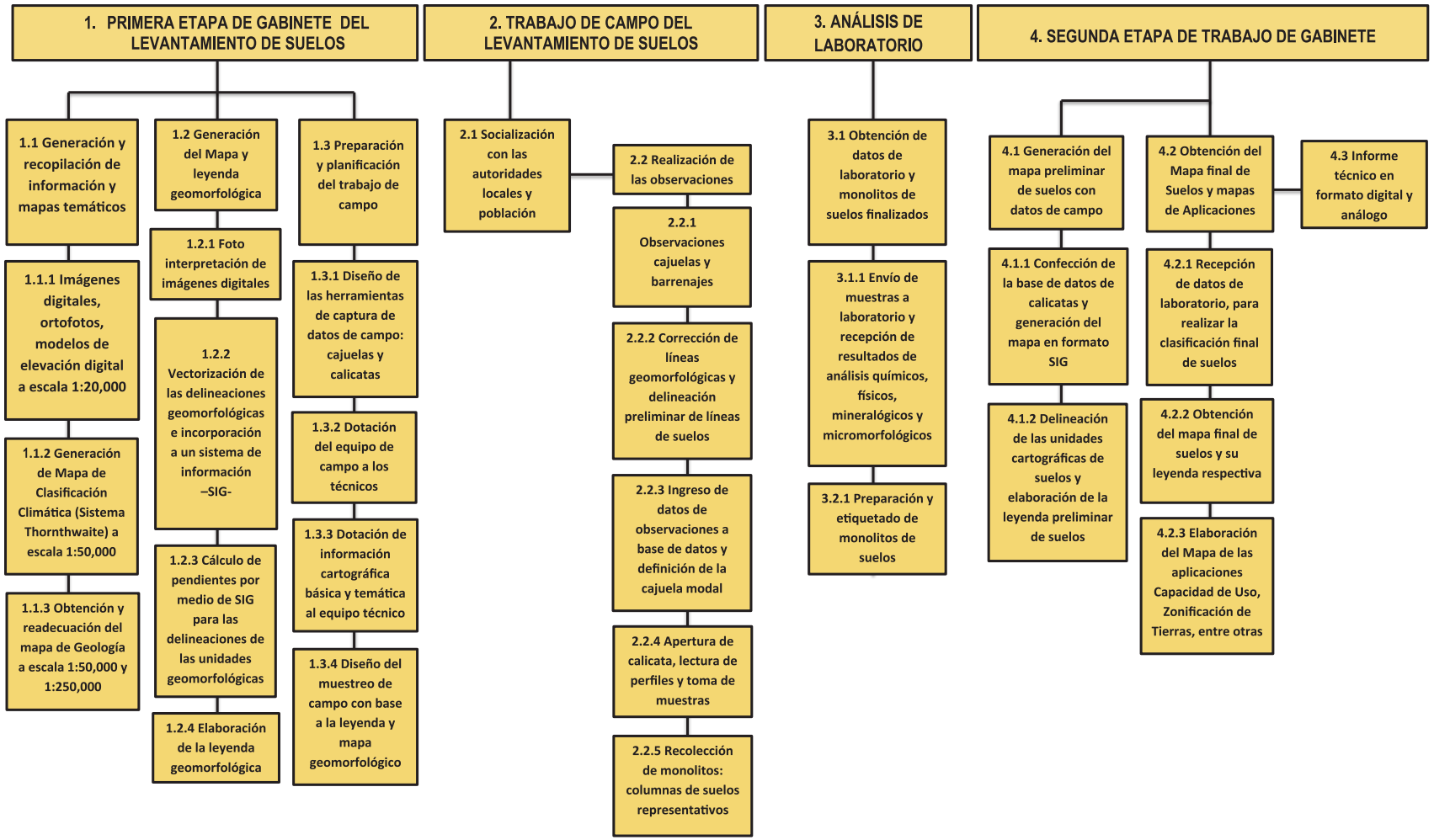


Figura A-1. Flujograma de las etapas seguidas en el levantamiento de suelos.

1 PRIMERA ETAPA DE GABINETE

La primera etapa de gabinete incluyó una serie de actividades conducentes a obtener los mapas básicos correspondientes a los factores formadores de suelos: Geología, Relieve, Clima, Material Parental, Geomorfología y Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra. Asimismo, incluyó actividades de preparación y planificación del trabajo de campo. Las actividades se describen a continuación:

1.1 Generación y recopilación de información y mapas temáticos

Se recopiló información digital e impresa de mapas temáticos básicos o los vinculados a los factores formadores del suelo que cubren el departamento de Guatemala. Respecto a estudios de suelos del país, el único de ámbito nacional es el denominado "Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala" que fue publicado en 1959 y los trabajos de campo realizados de 1947 a 1949 (Simmons y otros, 1959); y con cobertura parcial se tienen el "Estudio de Suelos de la Industria Cafetalera de Guatemala: Región Sur" (Sumner, 1992); el Estudio Semidetallado de Suelos del Ingenio Santa Teresa (CENGICAÑA, 1994); el Estudio Semidetallado de Suelos de la Zona Cañera del Sur de Guatemala (CENGICAÑA, 1996); el Estudio Semidetallado de Suelos del Departamento de Chimaltenango (MAGA-UPGGR, 2010) y el Estudio Semidetallado de Suelos del Departamento de Sacatepéquez (MAGA-DIGEGR, 2013). También se recopiló información de fisiografía, clima, geología y otros aspectos temáticos, que mayoritariamente han sido digitalizados en el Laboratorio de Información Geográfica de la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo del MAGA. Para los temas indicados, las referencias cartográficas utilizadas ya existentes o generadas por la DIGEGR[1], fueron:

1.1.1 Imágenes digitales, ortofotos, modelos de elevación digital a escala 1:20,000

La UPGGR (ahora DIGEGR) del MAGA coordinó el "Proyecto Obtención de Imágenes Digitales a Escala de Detalle de la República de Guatemala" que tuvo como objetivo principal obtener imágenes digitales de alta resolución (píxel de 0.5 metros y escala aproximada 1:1,000 del territorio nacional); estas imágenes fueron convertidas a ortofotos de 20 km^2 y se obtuvieron modelos de elevación digital a escala de detalle. El vuelo fotogramétrico se llevó a cabo en la temporada de vuelos del año 2006 (enero a marzo) y en la temporada de vuelos del año 2007. Cada par de imágenes digitales poseen un traslape de aproximadamente 60%, lo que permite su fotointerpretación para levantamientos de suelos (FILS) y la separación horizontal entre cada toma de imágenes en las líneas de vuelo es de aproximadamente 3 km. En la Figura A-2 se muestran las líneas del departamento y un acercamiento.

La decisión de fotointerpretar las imágenes digitales a la escala cartográfica 1:20,000, fue tomada por los expertos en fotointerpretación y geomorfología del IGAC, basados en la resolución de las imágenes digitales que eran demasiado detalladas para los fines del estudio de suelos (escala de semidetalle 1:50,000) y al incrementar la escala, el área útil entre dos pares estereoscópicos de imágenes se reducía considerablemente, por lo que era demasiado pequeña para trabajarla en forma adecuada.

Además, otro de los productos del "Proyecto Obtención de Imágenes Digitales a Escala de Detalle de

1 La Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo -DIGEGR- tiene como funciones el generar, procesar y difundir información geográfica, funciones heredadas de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo -UPGGR- del MAGA, según Acuerdo Gubernativo 338-2010, Reglamento Orgánico Interno del MAGA.

la República de Guatemala" fue la actualización cartográfica de la base nacional (propiedad del Instituto Geográfico Nacional - IGN) a escala 1:50,000; esta actualización fue realizada a través de una digitalización de los elementos mostrados en las ortofotos y el IGN realizó una supervisión de campo muy detallada. La nueva base cartográfica nacional a escala 1:50,000 cubrió el territorio nacional y en el proyecto de levantamiento de suelos, fue utilizada para la ubicación de los equipos en el campo y el informe final, ha servido para la representación de las unidades cartográficas, de forma que permita al usuario una rápida ubicación geográfica de los polígonos de suelos. En la Figura A-3 se muestra un acercamiento a las unidades cartográficas donde se utiliza como "tapiz de fondo" la hoja actualizada.

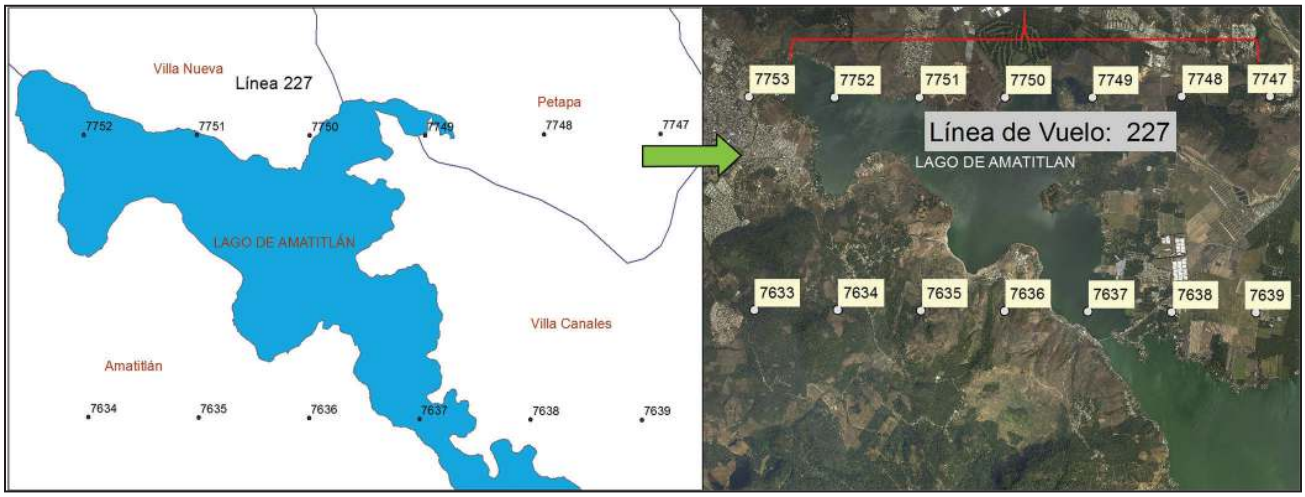


Figura A-2. Líneas de vuelo y acercamiento a toma de imágenes

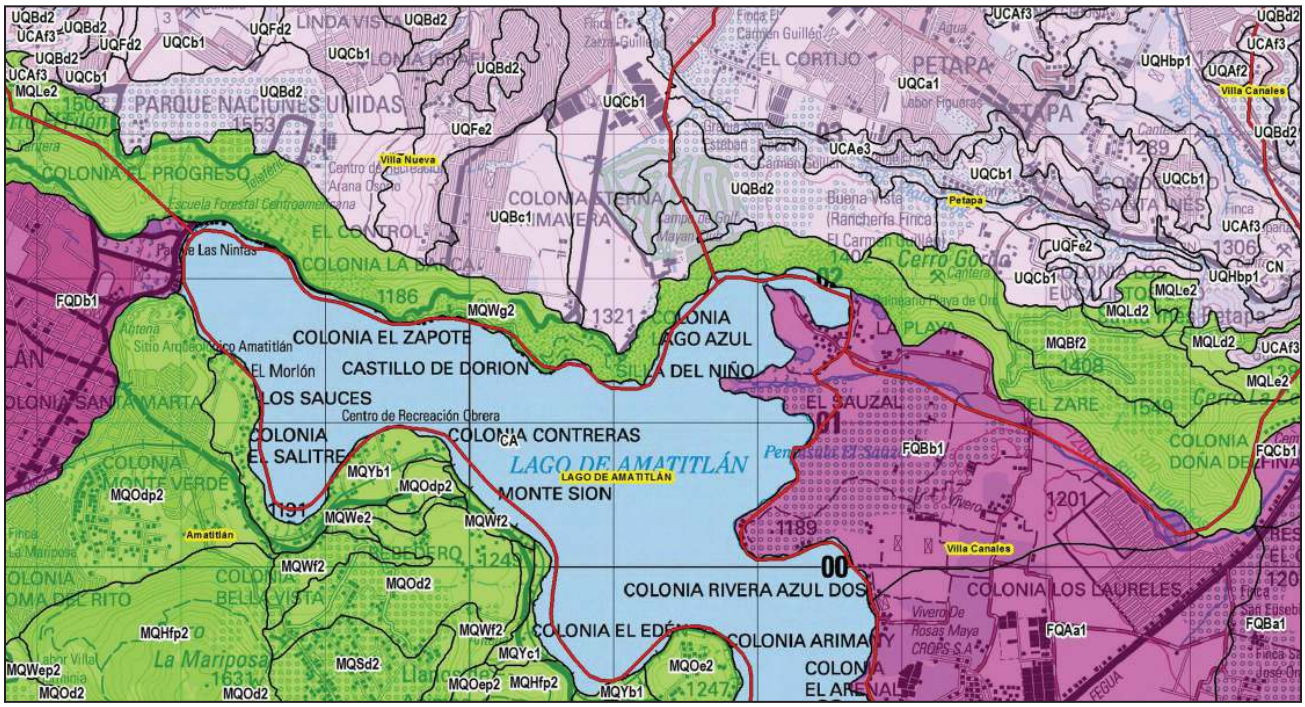


Figura A-3. Base cartográfica actualizada a escala 1:50,000, utilizada como "tapiz de fondo" para mostrar las unidades cartográficas de suelos

1.1.2 Generación del mapa de clasificación climática (Sistema Thornthwaite) a escala 1:50,000

Al comenzar el estudio de suelos no se contaba con la información climática a escala de semidetalle, únicamente se disponían de mapas de clasificación de clima a escala 1:250,000 con base a los sistemas de Thornthwaite y Köeppen; se hizo necesario contratar los servicios de un equipo consultor para generar un estudio de clasificación climática nacional, el cual se denominó "Mapa de Clasificación Climática de la República de Guatemala a escala 1:50,000 adaptado del Sistema Thornthwaite" (UPGGR, 2009), el cual se generó con base al procedimiento descrito a continuación:

a). Base de datos e interpolación

El proceso incluyó varias etapas: integración de la base electrónica de datos mensuales, de temperatura y precipitación pluvial de los datos del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH-. Esta integración permitió actualizar y fortalecer la información para aplicar el sistema Thornthwaite a una "red de estaciones no homogénea e irregular".

Las categorías de series de datos de acuerdo a la ubicación y longitud de las series fueron obtenidos de estaciones del INSIVUMEH (MICIVI – INSIVUMEH, 1990), para ello se utilizaron los registros de:

- 62 estaciones principales o de control (con series de registros climáticos que abarcan un mínimo de 30 años)
- 78 estaciones auxiliares (con series de registros de más de 10 años)
- 44 estaciones fronterizas (en su mayoría con Normal Climática)

Los datos de las estaciones se interpolaron inicialmente a una rejilla uniforme de 5 minutos de latitud por 5 minutos de longitud (aproximadamente 10 km^2), logrando con ello regularidad y un mayor número de puntos a interpolar (el método de interpolación utilizado fue el "método de la distancia por el inverso al cuadrado").

La rejilla de elevaciones del modelo de elevación digital a escala 1:50,000 fue utilizada como variable predictora en el proceso de interpolación de la temperatura. Para la estimación de las variaciones verticales de temperatura del aire, se aplicó un gradiente térmico de 0.6 ºC por cada 100 metros de elevación. Para combinar elevación con temperatura, se procedió a generar un campo en el cual se interpolaron los valores de temperatura media mensual de las estaciones meteorológicas, reducidas por el gradiente térmico a un nivel cero o a nivel medio del mar. Para relacionar la elevación con temperatura, se combinó la rejilla de temperatura media mensual interpolada con la rejilla de elevaciones, para obtener el campo de temperatura corregido por elevación.

En el caso de la precipitación, como la relación con el relieve es mucho más compleja el predictor por elevación no fue utilizado directamente en la creación de los campos. La disponibilidad del mayor número de estaciones meteorológicas, compensa y valida la interpolación de los datos de precipitación media mensual.

b). Carácter del clima

b.1) Determinación del índice de humedad (I)

En 1948, Thornthwaite propuso una clasificación climática cuya principal característica fue la utilización de la evapotranspiración potencial (EVTP) como parámetro fundamental para la delimitación de los distintos tipos

climáticos, por lo que el sistema se desarrolló considerando la efectividad de la humedad y temperatura para la vida vegetal (Thornthwaite y Hare, 1955).

Sin embargo, debido al elevado número de factores que influyen sobre la EVTP (temperatura-humedad del aire, radiación solar, velocidad-turbulencia del viento y otros), su medida resulta extremadamente compleja. Por ello se optó por utilizar registros de precipitación y temperatura, mediante la siguiente ecuación (INSIVUMEH, 1990):

$$I = \sum_{i=1}^{n=12} 1.64\left(\frac{P}{T+12.2}\right)^{10/9}$$

Donde:

I = Índice de Thornthwaite o índice de la jerarquía de humedad.
P = Precipitación promedio mensual en milímetros.
T = Temperatura promedio mensual en grados centígrados.

Aplicando la fórmula anterior, se determinaron los índices **"I"** que expresan la efectividad de la lluvia que genera un tipo de vegetación característico y el carácter del clima por humedad. Los resultados se presentan en el Cuadro A-1.

Cuadro A-1. Jerarquía de humedad según el índice "I", Sistema Thornthwaite

Índice "I"	Símbolo	Carácter del clima	Vegetación natural característica
128 o mayor	A	Muy húmedo	Selva
64 a 127	B	Húmedo	Bosque
32 a 63	C	Semiseco	Pastizal
16 a 31	D	Seco	Estepa
16 o menor	E	Muy seco	Desierto

La adaptación para las condiciones del país, se realizó con base al factor exponencial "10/9" de la ecuación correspondiente, por lo que los cambios respecto al original se presentan en el Cuadro A-2.

Cuadro A-2. Rango de precipitación pluvial promedio anual (de referencia)

Índice "I"	Símbolo	Carácter del clima	Precipitación promedio (mm)
Mayor a 343	A	Pluvial	5,001 o mayor
271 a 342	B	Muy húmedo	4,001 a 5,000
135 a 270	C	Húmedo	2,001 (-100) a 4,000 (-300)
67 a 134	D	Subhúmedo	1,001 (-200) a 2,000 (+600)
33 a 66	E	Semiseco	601 a 1,000 (+400)
17 a 32	F	Seco	251 a 600

b.2) Determinación del índice de temperatura (Y)

El índice térmico original o índice de calor, constituye parte del cálculo de la EVTP del sistema, que es uno de los parámetros básicos de la clasificación de 1948.

La aplicación del índice térmico de Thornthwaite, genera las jerarquías de humedad presentadas en el Cuadro A-3.

Cuadro A-3. Jerarquía de temperatura según el índice térmico, sistema Thorthwaite

Jerarquía del índice "Y"	Símbolo	Carácter del clima
128 o mayor	A'	Cálido
101 a 127	B'	Semicálido
80 a 100	B ' 2	Templado
64 a 79	B ' 3	Semifrío
32 a 63	C	Frío
16 a 31	D	De taiga
1 a 15	E	De tundra

Para el caso del modelo adaptado, el ajuste realizado a los valores de las jerarquías del Sistema de Clasificación Climática de Thornthwaite, se efectuaron en los puntos de rejilla y estaciones, a través del factor "9/20" para el índice térmico, tal como se muestra a continuación:

$$Y = \sum_{i=1}^{n=12} 9/20(T)$$

Donde:

Y = Índice térmico o índice de la jerarquía de temperatura.
T = Temperatura media mensual en grados centígrados.

Los valores resultantes de la aplicación de la fórmula indicada, incluyendo los valores de temperatura promedio para las condiciones del país se presentan en el Cuadro A-4.

Cuadro A-4. Adaptación del índice térmico

Índice "Y"	Símbolo	Tipo de clima (carácter del clima)	Temperatura promedio (grados centígrados)
Mayor de 150	A ' 2	Muy cálido	27.9 o mayor
131 a 150	A '	Cálido	24.4 a 27.8
111 a 130	B '	Semicálido	20.8 a 24.3
91 a 110	B ' 2	Templado	17.1 a 20.7
61 a 90	B ' 3	Semifrío	14.3 a 17.0
31 a 60	C '	Frío	10 a 14.2

c). Cálculo, combinación y suavizado de los modelos del clima

Mediante álgebra de mapas se combinaron los índices "I" y "Y" y se generó una capa que definió el clima en una forma genérica, esta capa se verificó y validó mediante la revisión de resultados para cada punto en rejilla versus estaciones de control, estaciones fronterizas y criterio experto y finalmente, fue suavizada a mano alzada y con criterio experto, utilizando la topografía del modelo de elevación a escala 1:50,000, el mapa de zonas de vida de Holdridge (Cruz, 1982), vertientes, cuencas principales, ríos y cuerpos de agua.

Los polígonos suavizados se digitalizaron para conformar un modelo de clima con los siguientes atributos cuantitativos y cualitativos: valores de índice, simbología, tipo de clima, referencias de elevación, superficie del polígono, promedios anuales de temperatura y precipitación.

Dentro del estudio también se consideraron los cálculos de la evapotranspiración potencial y el índice de aridez.

d). Resultados

El mapa de clasificación climática para Guatemala a escala 1:50,000 presentado en la Figura A-4 generó 23 tipos climáticos, a los que se sumaron 2 tipos más definidos a partir de la revisión de los parámetros mostrados en el Cuadro A-5 y su adaptación a fines edafológicos. Los 25 tipos definidos se muestran en el Cuadro A-5.

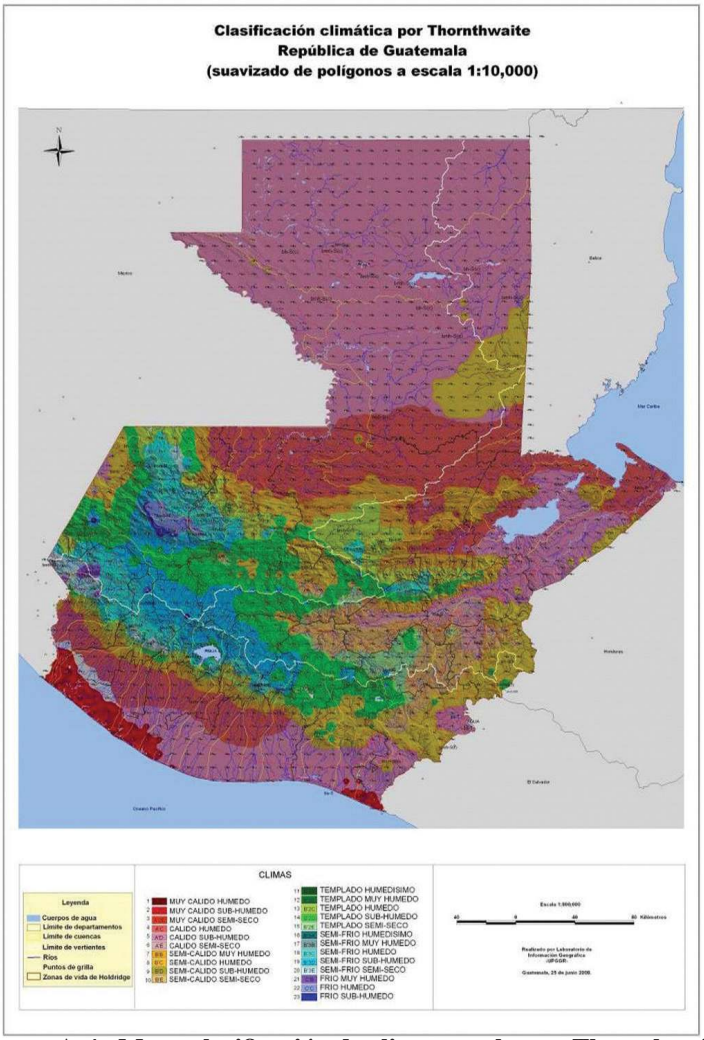


Figura A-4. Mapa clasificación de climas con base a Thornthwaite

De los climas registrados, los que se presentan en el departamento de Guatemala son los siguientes: Frío húmedo (J), Semifrío húmedo (S), Templado húmedo (B), Templado subhúmedo (Q), Semicálido subhúmedo (P) y Semicálido semiseco (W).

Cuadro A-5. Tipos climáticos determinados para la República de Guatemala a escala 1:50,000 MAGA-UPGGR, 2009

No. Correlativo	Código*	Unidad climática (temperatura y lluvia o provincia de humedad)	Código de temperatura	Código de humedad	Índice de temperatura (Y)	Índice de humedad (I)	Temperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm) +/- (holgura)	Altitud (msnm)
1	A	Cálido semiseco	A´	E	131-150	33-66	24.4-27.8	601 a 1000	0 a 600 (+/- 100)
2	T	Cálido subhúmedo	A´	D	131-150	67-134	24.4-27.8	1001 a 2000	0 a 600 (+/- 100)
3	K	Cálido húmedo	A´	C	131-150	135-270	24.4-27.8	2001 a 4000	0 a 600 (+/- 100)
4	X	Cálido muy húmedo						>4001	0 a 600 (+/- 100
5	W	Semicálido semiseco	B´	E	111-130	33-66	20.8-24.3	601 a 1000	600 a 1000 (+/-100)
6	P	Semicálido subhúmedo	B´	D	111-130	67-134	20.8-24.3	1001 a 2000	600 a 1000 (+/-100)
7	H	Semicálido húmedo	B´	C	111-130	135-270	20.8-24.3	2001 a 4000	600 a 1000 (+/-100)
8	Y	Semicálido muy húmedo	B´	B	111-130	271-342	20.8-24.3	>4001	600 a 1000 (+/-100)
9	U	Templado semiseco	B´2	E	91-110	33-66	17.1-20.7	< 600	1000 a 1800 (+/-100)
10	Q	Templado subhúmedo	B´2	D	91-110	67-134	17.1-20.7	601 (-200) a 1000 (+300)	1000 a 1800 (+/-100)
11	B	Templado húmedo	B´2	C	91-110	135-270	17.1-20.7	1001 (-100) a 2000 (-300)	1000 a 1800 (+/-100)
12	O	Templado muy húmedo	B´2	B	91-110	271-342	17.1-20.7	2001 a 4000	1000 a 1800 (+/-100)
13	M	Templado extremadamente húmedo	B´2	A	91-110	>343	17.1-20.7	>4001	1000 a 1800 (+/-100)
14	L	Semifrío semiseco	B´3	E	61-90	33-66	14.3-17.0	< 600	1800 a 2300 (+/-100)
15	N	Semifrío subhúmedo	B´3	D	61-90	67-134	14.3-17.0	601 a 1000	1800 a 2300 (+/-100)
16	S	Semifrío húmedo	B´3	C	61-90	135-270	14.3-17.0	1001 a 2000	1800 a 2300 (+/-100)
17	R	Semifrío muy húmedo	B´3	B	61-90	271-342	14.3-17.0	2001 a 4000	1800 a 2300 (+/-100)
18	V	Semifrío extremadamente húmedo	B´3	A	61-90	>343	14.3-17.0	>4001	1800 a 2300 (+/-100)
19	F	Frío subhúmedo	C´	D	31-60	67-134	10-14.2	601 a 1000	2300 a 2700 (+/-100)
20	J	Frío húmedo	C´	C	31-60	135-270	10-14.2	1001 a 2000	2300 a 2700 (+/-100)
21	E	Frío muy húmedo	C´	B	31-60	271-342	10-14.2	2001 a 4000	2300 a 2700 (+/-100)
22	G	Frío extremadamente húmedo	C´	A	31-60	271-342	10-14.2	>4001	2300 a 2700 (+/-100)
23	D	Muy frío húmedo					8-10 (transición)	1001 a 2000	2700 a 3300 (+/-100)
24	I	Muy frío muy húmedo					8-10 (transición)	> 2000	2700 a 3300 (+/-100)
25	Z	Extremadamente frío húmedo					<8	1001 a 2000	> 3300
26	C	Varios climas							

Fuente: Adaptado de MAGA - UPGGR, 2009; *Código interno del proyecto de levantamiento de suelos utilizado para identificar el clima en las unidades cartográficas de suelos.

e). Readecuación del mapa climático a nivel de unidad cartográfica

El mapa climático de Thornthwaite, fue ajustado a nivel de las unidades cartográficas de suelos, utilizando la información relacionada con la vegetación natural, recolectada a través de las observaciones de campo y auxiliándose con el de mapa de "cobertura y uso de la tierra"(Cobusot, 2010, publicado por DIGEGR, 2015); además de los datos anteriores, las áreas climáticas finales corresponden también con los trazos de las delineaciones geomorfológicas (limites fisiográficos), las que posteriormente conformaron las unidades de suelos.

1.1.3 Obtención y readecuación de los mapas de geología a escala 1:50,000 y 1:250,000

La información geológica se derivó de los cuadrángulos geológicos de escala 1:50,000 denominados: San Juan Sacatepéquez 2060-II, Ciudad de Guatemala 2059-I, San José Pinula 2159-IV, Amatitlán 2059-II y Nueva Santa Rosa 2159-III (Bonnis, 2009) y fue complementado con el mapa geológico a escala 1:250,000 (IGN, 1993), al noreste y sur del departamento.

El análisis para definir los materiales geológicos del departamento a escala 1:50,000 fue realizado por docentes de la carrera de Geología del Centro Universitario del Norte -CUNOR- de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 2007, para el proyecto de Levantamiento de Suelos convenio MAGA-IGAC, del departamento de Chimaltenango, del cual se tomaron símbolos y materiales comunes para el departamento de Guatemala. Asimismo, se contó con la asesoría del Doctor Samuel Boris Bonis quien fue el autor de la recopilación y revisión de los cuadrángulos ya indicados.

Un fragmento de la leyenda de geología de la hoja de Guatemala, donde se observa la ampliación de detalles de la leyenda, que ha sido realizado por técnicos del CUNOR se presenta en el Cuadro A-6. Con las observaciones fue posible mejorar la leyenda original y precisar los materiales geológicos y parentales de cada polígono.

Cuadro A-6. Fragmento de la leyenda del mapa de geología nacional

Nombre	Descripción	Superficie		Concepto	Localización	Tipo de rocas
		ha	%			
Kcs y Kec	Sedimentos carbonatados del Cretácico	3,017.7	1.4	Calizas recristalizadas con capas de limos delgadas, la formación geológica es conocida como Formación Atima. Compuesta principalmente por carbonato de Calcio ($CaCO_3$) del mineral calcita; los suelos desarrollados sobre carbonatos de calcio pueden ser ácidos, debido al proceso de carbonatación de la roca que produce ácidos carbónicos producto de vegetación exuberante y alta precipitación pluvial en la región.	Municipios de Chinautla, Chuarrancho y Palencia.	Calizas recristalizadas, sedimentos carbonatados de Crétacico.

Nombre	Descripción	Superficie		Concepto	Localización	Tipo de rocas
		ha	%			
Kti	Intrusivos ácidos intermedios	5,309.2	2.4	Corresponde a rocas ígneas intrusivas del Cretácico –Terciario, conocidas como Granito Tres Sabanas. El granito es una roca rica en feldespato. En el granito Tres Sabanas ocurrió una diferenciación magmática por lo cual se encuentran diorita (roca mesosilícica) compuesto de piroxenos, anfíboles, feldespato y cuarzo hasta el granito compuesto de cuarzo, feldespato y micas, principalmente moscovita. Las rocas de la formación Granito Tres Sabanas presenta los minerales del mismo tamaño (equigranulares); al ser meteorizadas producen suelos de texturas medias a gruesas; en ambientes húmedos forman suelos de texturas finas.	Municipios de Chinautla, Guatemala, San José del Golfo, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y San Pedro Ayampuc.	Granito, diorita.
Tsb y Jkts.	Areniscas (capas rojas y otros sedimentos clásticos)	4,229.5	1.9	Son sedimentos siliciclásticos de tonalidad rojiza, ricos en hierro, compuesta principalmente de conglomerados, areniscas y lutitas o lodolitas. En estos sedimentos predomina cuarzo, algunos feldespatos, micas y fragmentos líticos; los fragmentos líticos son fracciones de diferentes tipos de rocas metamórficas, ígneas o serpentinitas depositados en relieves suaves, en ambientes fluviales.	Municipios de Chuarrancho, Guatemala, San Juan Sacatepéquez y San Raymundo.	Conglomerados, areniscas y lutitas o lodolitas.

Fuente: Mapa geológico de la república de Guatemala (IGN, 1993).

1.2 Generación del mapa y leyenda geomorfológica

La geomorfología es el estudio de las formas del relieve de la superficie terrestre; su utilización práctica permite la descripción y análisis de las formas y evaluación del relieve estudiando los procesos de modelado. Tiene gran importancia en los estudios de suelos por la estrecha relación existente entre la génesis de las unidades geomorfológicas y edáficas. La geomorfología interviene en todas las etapas de los levantamientos de suelos, desde la fase de fotointerpretación, hasta el mapeo de campo y la interpretación de la génesis y evolución de los suelos (IGAC, 2014).

Para obtener el mapa de geomorfología con su leyenda correspondiente, fue necesario realizar varias actividades, las que se describen a continuación:

1.2.1 Interpretación de fotografías aéreas o fotointerpretación

El proceso de fotointerpretación para separar las unidades geomorfológicas, se realizó con base en la aplicación del Sistema de Clasificación Geomorfológica de Zinck (1987). Para dicho proceso se imprimieron **754**

aerofotografías en color natural (RGB) a escala 1:20,000 (MAGA - UPGGR, 2006), con las cuales se formaron los pares estereoscópicos y finalmente se fotointerpretaron **342** unidades. En cada par estereoscópico se utilizó un acetato para delimitar el área útil y la delineación de las unidades geomorfológicas a nivel de detalle, que corresponden en orden descendente a Paisaje, Tipo de Relieve y Forma del Terreno (Figura A-5).

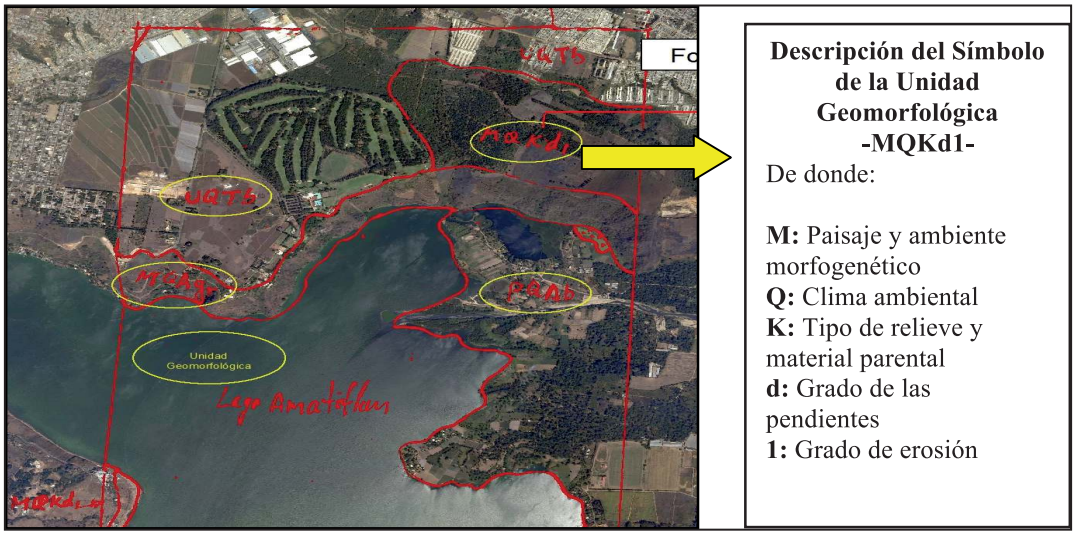


Figura A-5. Delimitación del área útil de las imágenes digitales y las delineaciones de las unidades geomorfológicas

Las actividades realizadas en la fase de fotointerpretación fueron las siguientes:

- Montaje del juego de imágenes digitales para comprobar el recubrimiento en todo el departamento, elaboración del índice de vuelo.
- Impresión de las fotografías aéreas de las líneas de vuelo identificadas en el departamento y delimitación del área útil.
- Fotointerpretación mediante el análisis geomorfológico. Cada unidad delimitada se identificó con un símbolo alfanumérico que indica el paisaje, el clima, el tipo de relieve, forma del terreno, grado de pendiente, erosión y pedregosidad superficial.

1.2.2 Vectorización de las delineaciones geomorfológicas e incorporación a un sistema de información geográfico (SIG).

Al ser finalizada la delineación de los acetatos con las unidades geomorfológicas, fueron escaneados para realizar su vectorización, llevando a cabo las siguientes actividades:

a). Georeferenciación de las fotografías aéreas o fotointerpretación

Debido a que las delineaciones geomorfológicas se realizan sobre las fotografías aéreas en acetato, estos son el producto de una visualización tridimensional de la superficie del terreno, se requiere que en cada uno de ellos se

realice el proceso de georreferenciación, que consiste en definir la ubicación espacial en los ejes (x, y). Para ello se utilizó la extensión Georeferencing, del programa ArcGis, teniendo como referencia los ortofotos en color natural (RGB) con una resolución de 0.5 m (MAGA - UPGGR, 2006). Figura A-6.

Esta actividad también implica observar las fotos para colocar los puntos de ubicación espacial con mayor precisión.

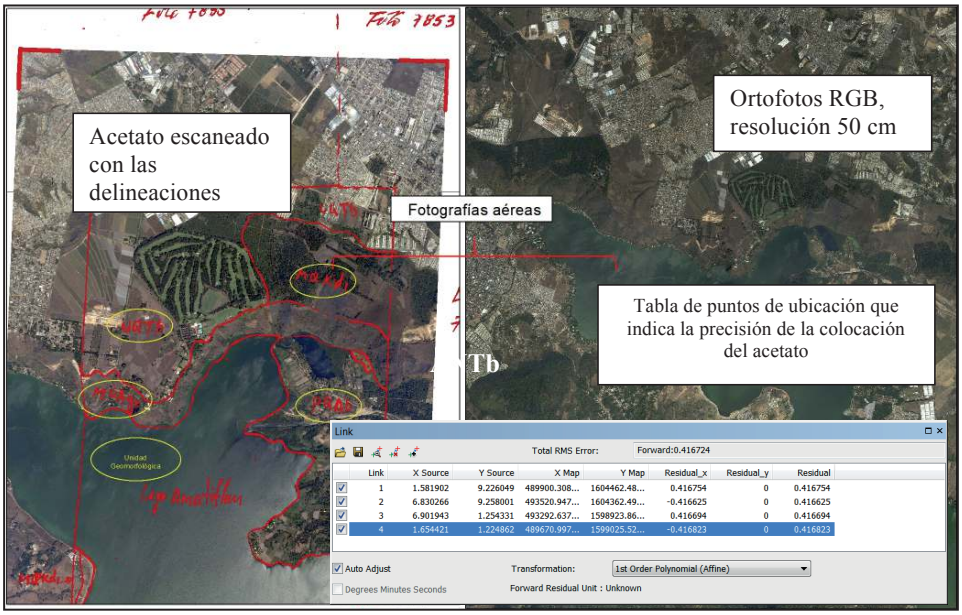


Figura A-6. Ambiente del software utilizado para la georreferenciación de las fotografías aéreas en acetatos

b). Vectorización de las delineaciones

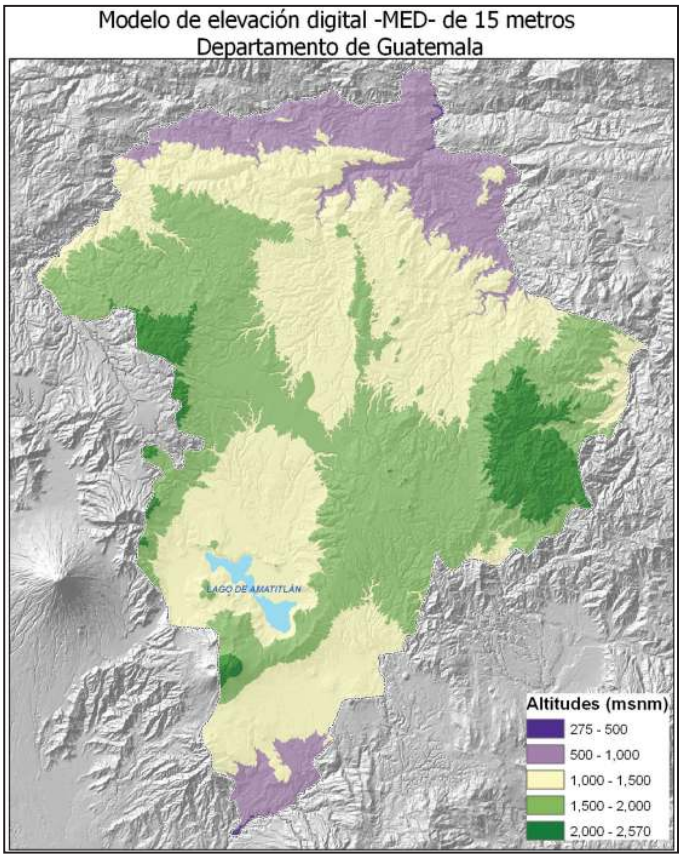
Una vez ortorectificados todos los acetatos, se procedió a vectorizar las delineaciones de las unidades geomorfológicas, en las que se anexaron símbolos correspondientes de paisaje, clima, tipo de relieve, forma del terreno, pendiente, grado de erosión y pedregosidad. La vectorización se realizó en el software ArcGIS 9.2®. Figura A-7.



A-7. Proceso de vectorización de los acetatos ortorectificados y asignación de atributos

1.2.3 Cálculo de pendientes por medio del SIG para corroborar las delineaciones de las unidades geomorfológicas

Uno de los atributos del símbolo de las unidades geomorfológicas es la pendiente, que va expresada por una literal de la "**a**" a la "**g**", la cual, el fotointérprete asigna de forma general en cada una de las delineaciones. Con el objeto de estimar la pendiente con mayor precisión, se calculó mediante el SIG la pendiente predominante, utilizando como insumo el modelo de elevación digital -MED- con resolución de **15 metros** (MAGA - UPGGR, 2006). Figura A-8.



A-8. Modelo de elevación digital de 15 metros

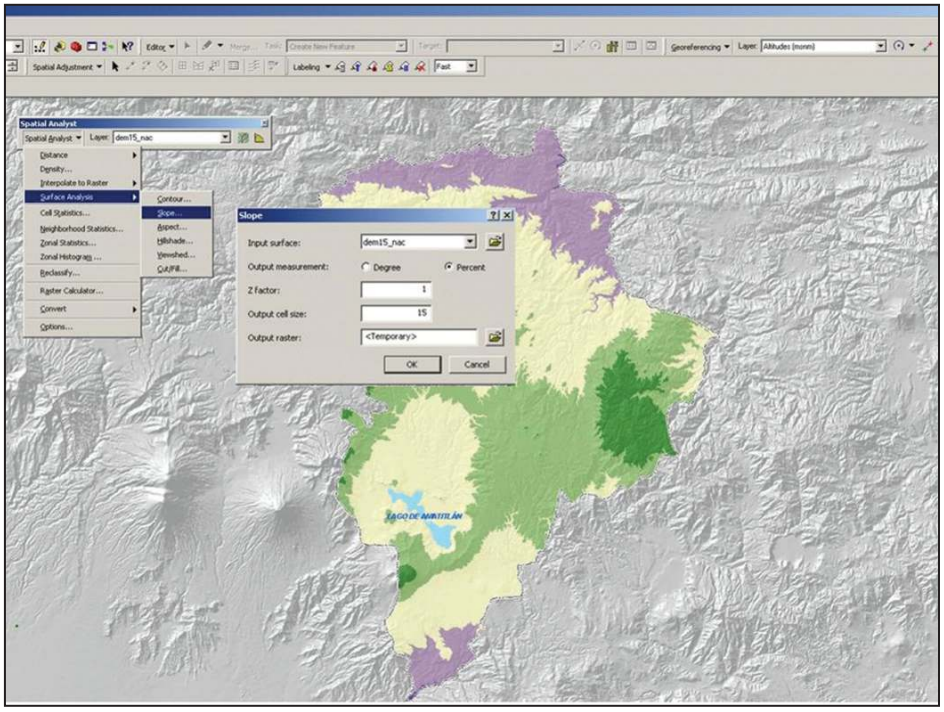


Figura A-9. Modelo de elevación digital de 15 metros

El proceso para generar las pendientes y la asignación del cálculo para las delineaciones de las unidades geomorfológicas fue el siguiente: Por medio del ArcGIS 9.2®. y su extensión *Spatial Analyst* se generaron las pendientes en porcentaje a través del MED. Ver Figura A-9.

Las pendientes resultantes se reclasificaron según los rangos utilizados por el IGAC, para ello se utilizó la extensión *Spatial Analyst/Reclassify*. Ver Figura A-10.

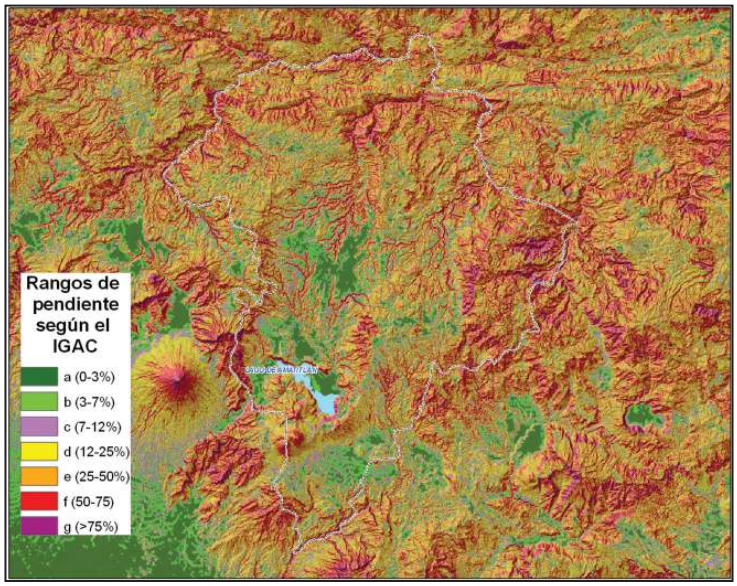


Figura A-10. Clasificación de pendientes (IGAC, 2014)

Con la capa de las delineaciones de las unidades geomorfológicas y las de pendientes clasificadas, se utilizó la aplicación *Tabulate Area* (Figura A-11). El resultado de esta aplicación es una tabla de datos que estima la superficie según pendiente para cada una de las delineaciones, la cual, se exportó a Excel® para analizar la superficie de la pendiente predominante.

Sin embargo luego de haber superados los anteriores pasos (escaneado, vectorizado y ortorectificado), las geoformas de la fotointerpretación convencional no se ajusta completamente con las ortofotos y con la realidad en el terreno, posiblemente por la distorsión presente en las fotografías aéreas, debiéndose proceder a corregir las líneas para que se ajusten completamente utilizando el modelo de elevación digital (MED), el cual permite navegar sobre las georformas. Esta refotointerpretación final entre la fotointerpretación convencional (sobre fotografías aéreas) y fotointerpretración digital (fotointerpretación sobre imágenes digitales), permite obtener un producto final más acertado con la realidad.

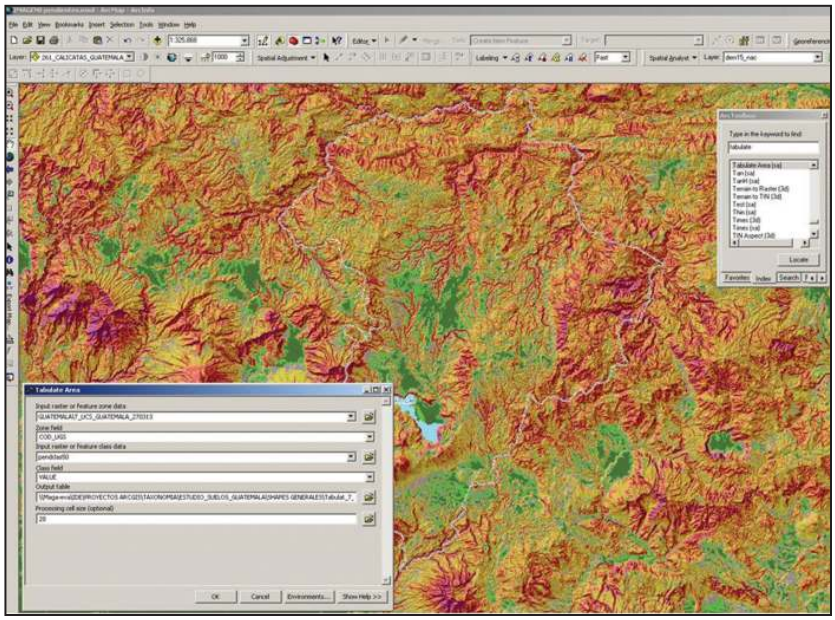


Figura A-11. Aplicación para estimar la superficie por pendiente para cada delineación

1.2.4 Elaboración de la leyenda geomorfológica

Simultáneo a la fotointerpretación y a las delineaciones de las unidades geomorfológicas sobre acetatos, el fotointerpretador - geomorfólogo diseñó la leyenda respectiva, quedando en el departamento de Guatemala, los paisajes, tipos de relieve y formas del terreno que se muestran en el Cuadro A-7.

Cuadro A-7. Paisajes, tipos de relieve y formas del terreno identificados

Paisajes	Tipos de relieve	Formas del terreno	Área	
			ha	%
Montaña volcano -erosional (M)	Estrato – volcán	Ladera	104,159	47.24
	Domo	Ladera		
	Filas y vigas	Ladera		
	Lomas	Ladera		
	Glacís	Cuerpo de glacís		
	Mesa	Plano de mesa		
	Escarpamento	Escarpe		
	Cañones y cañadas	Ladera		
	Plano de inundación	Reborde de lago		
	Vallecito	Vega		
Montaña fallada o de convergencia erosional (X)	Filas y vigas	Ladera	38,127	17.30
	Lomas	Ladera		
	Glacís	Cuerpo de glacís		
	Mesa	Plano de mesa		
	Cañones y cañadas	Ladera		
	Vallecito	Vega		
Lomerío volcano-erosional (L)	Filas y vigas	Ladera	1,274	0.58
	Lomas	Ladera		
	Glacís	Cuerpo de glacís		
	Vallecito	Vega		
Altiplano hidro–volcánico (A)	Abanico	Cuerpo de abanico, talud de abanico	72,236	32.77
	Domo	Ladera		
	Lomas	Ladera		
	Glacís	Cuerpo de glacís		
	Terraza	Plano de terraza, talud de terraza, bajo de terraza		
	Cañones y cañadas	Ladera		
	Vallecito	Vega		
Planicie fluvio – lacustre (F)	Abanico aluvial	Cuerpo de abanico	3,070	1.39
Cuerpos de agua (CA)	Lago de Amatitlán, Laguna de Calderas, Laguneta Potreritos, Laguneta el Durazno, Embalse Teocinte, Lagunetas Flor del Campo, Laguneta Agua Tibia, Laguna Monja Blanca, Laguneta Pueblo Nuevo, Laguneta Cienaguilla, Laguneta Lourdes, Laguneta El Manantial y Laguneta La Danta.		1,584	0.72
Total			**220,450**	**100**

A estas variables del Cuadro A-7 se les incorporó los datos de clima y material parental y quedó construida la leyenda tal y como se muestra en el Cuadro A-8.

Cuadro A-8. Fragmento de la leyenda geomorfológica del departamento de Guatemala

Paisaje y Ambiente Morfogenético	Clima	Tipo de Relieve	Formas del Terreno	Material Parental	Símbolo
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	SEMIFRIO HUMEDO (S)	Lomas	Ladera	Tobas e ignimbritas	ASKd1 ASKe1 ASKe2
		Terraza	Plano de terraza	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	ASTb1 ASTc1
		Cañones y Cañadas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	ASCf3
	TEMPLADO SUBHUMEDO (Q)	Domo	Ladera	Tobas e ignimbritas	AQKd2 AQKe1 AQKep1 AQKe2
		Lomas	Ladera	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	AQOc AQOc1 AQOd AQOd1 AQOdp1 AQOd2 AQOe1 AQOe2
				Cuarzomonzonita, granodiorita y cuarzodiorita	AQDd1 AQDd2 AQDe1
		Terraza	Plano de terraza	Tefras, cenizas volcánicas y pómez	AQTa AQTa1 AQTb AQTb1 AQTb2 AQTc AQTc1 AQTc2

La leyenda geomorfológica digitalizada en el SIG de la DIGEGR, fue editada, agregándole los códigos correspondientes a cada unidad (ver ejemplo en la Figura A-5), cada columna de la leyenda constituyó un atributo de la capa de información, tal y como se muestra en la Figura A-12.

De esta forma se elaboró el mapa y la leyenda de geomorfología que fue la base para la planificación de los trabajos de campo.-

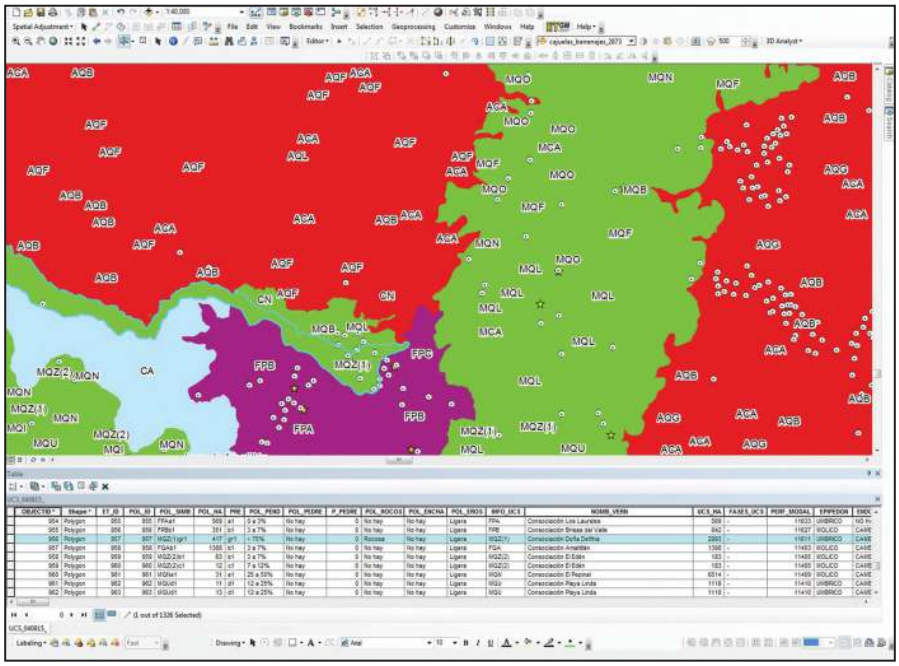


Figura A-12. Atributos de la capa de unidades geomorfológicas según la respectiva leyenda

1.3 Preparación y planificación del trabajo de campo

El trabajo de campo fue realizado por un equipo de 7 edafólogos guatemaltecos, 4 edafólogos colombianos, entre ellos un Jefe Técnico y un experto fotointérprete - geomorfólogo (Metodología Zinck, 1987). Para el departamento de Guatemala se utilizaron todas las herramientas diseñadas previamente para el departamento de Chimaltenango, posteriormente para los departamentos de Sacatepéquez y Sololá, tales como: boletas para la captura de datos de las observaciones (cajuelas y barrenajes); el diseño de la base de datos para capturar la información de las boletas de campo y la interfaz utilizada para la incorporación de los datos, a un sistema de información geográfica; verificación del equipo de campo de los edafólogos, dotación de los insumos necesarios y la generación de la información cartográfica básica y temática de las áreas de muestreo.

1.3.1 Diseño de las herramientas de captura de datos de campo: cajuelas y calicatas

Se diseñaron dos boletas para la captura de datos provenientes de las observaciones de campo: boleta pa ra la toma de datos en observaciones de identificación (cajuelas) y comprobación

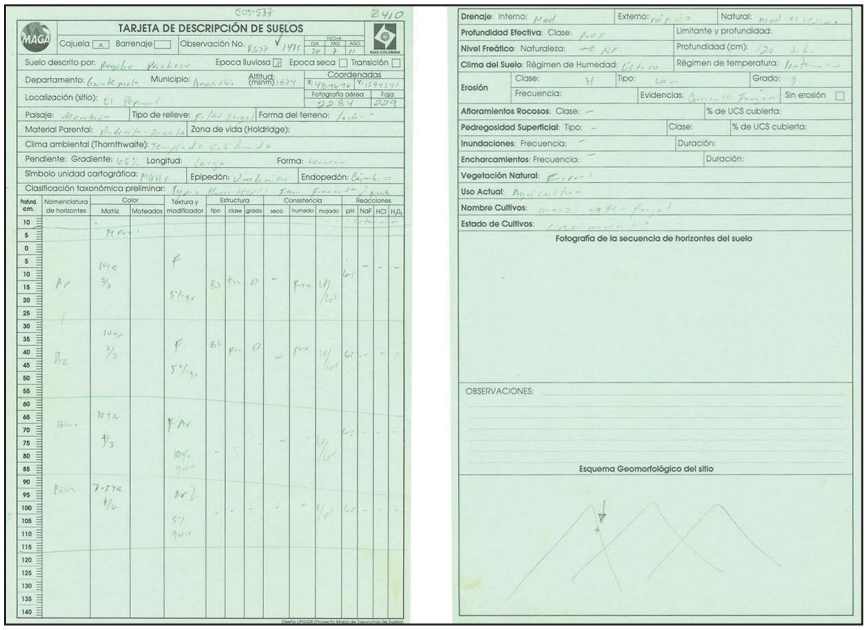


Figura A-13. Boleta para toma de datos de observaciones de identificación (cajuelas) y observaciones de comprobación (barrenajes)

(barrenajes) y boleta para la toma de datos en observaciones de caracterización (calicatas). En ambos casos, se tomó como base las boletas oficiales del IGAC y se hicieron ajustes para adaptarlos a Guatemala. En las Figuras A-13 y A-14, se presentan dos ejemplos de boletas con datos de campo.

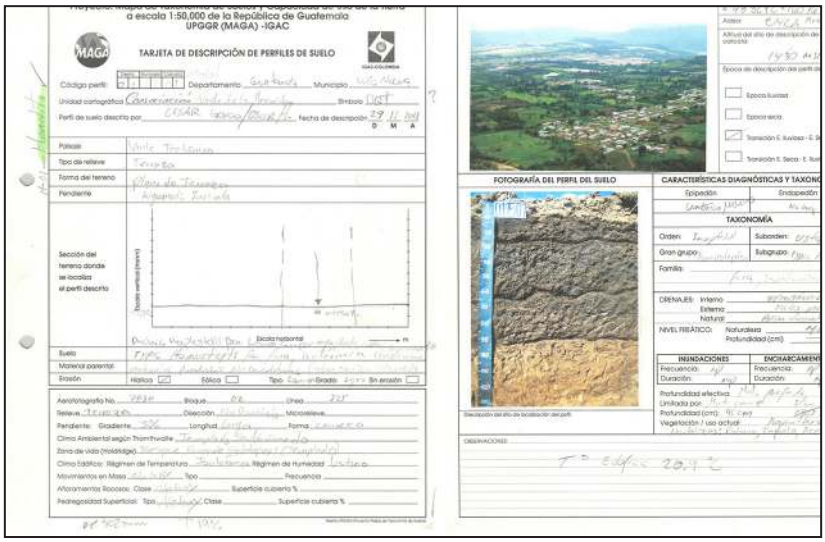


Figura A-14. Boleta para toma de datos en observaciones de caracterización (calicatas)

1.3.2 Diseño de la base de datos de cajuelas y calicatas y creación de la interfaz

El diseño de la estructura de la base de datos del Proyecto de Taxonomía de Suelos, se realizó con el software de desarrollo Visual Basic®, que permitió elaborar el modelo Entidad-Relación vinculado al motor de bases de datos del SQL Server®, en el cual, la información de cajuelas y calicatas se encuentra almacenada, organizada y relacionada. La estructura básica del modelo Entidad-relación se observa en la Figura A-15.

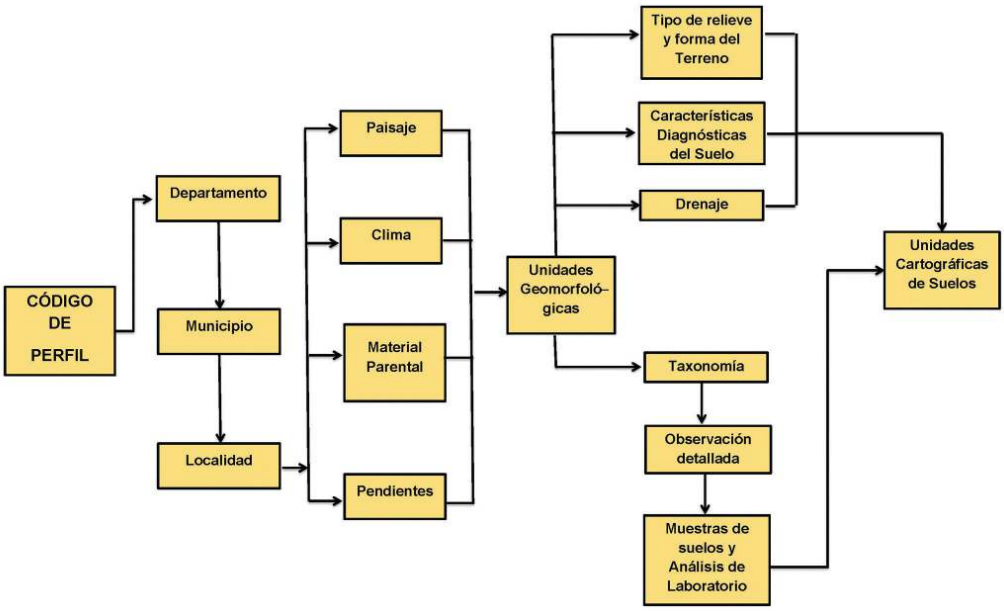


Figura A-15. Modelo entidad-relación del Proyecto de Taxonomía de Suelos

Con base en esta estructura, se desarrolló la vinculación de todos los campos de información contenidos en las cajuelas y calicatas hacia un interfaz, que permitió la digitación de la información levantada en campo. En la Figura A-16 se observa el ambiente de la interfaz para el ingreso de información.

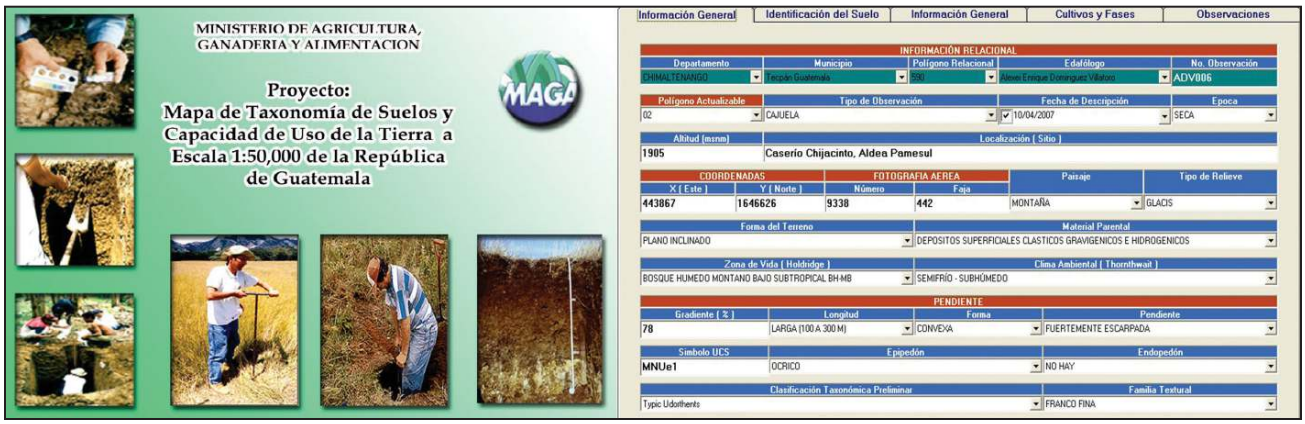


Figura A-16. Interfaz para la digitación de la información de boletas de cajuelas y calicatas

Esta interfaz se instaló en cada equipo de cómputo, a cargo de los técnicos edafólogos, quienes deben volcar allí los datos de las boletas de campo, información que posteriormente se compila en el sistema de almacenamiento del Laboratorio SIG-MAGA a través del SQL Server. La información de salida se realizó a través de hojas electrónicas para los posteriores análisis y vinculación a las capas correspondientes.

1.3.3 Dotación de equipo de campo a los técnicos

Cada edafólogo porta el equipo que se muestra en el Cuadro A-9 y en la Figura A-17.

Cuadro A-9. Equipamiento de los edafólogos para trabajo de campo

Equipo y herramientas	Reactivos y materiales	Vehículos y uniformes
Equipos: • Tabla Munsell • Lupa • Clinómetro (nivel) • GPS • Cámara digital y pilas recargables • Metro • Cinta graduada • Pizeta • Laptop con base de datos • Juego de cilindros de infiltración y equipo para lectura de conductividad hidráulica • Geotermómetro	**Reactivos:** • Papel filtro impregnado con fenolftaleína (como indicador) • Ácido clorhídrico • Peróxido de hidrógeno • Kit para medir reacción del suelo (pH) • Fluoruro de sodio **Materiales:** • Bolsas de polietileno para empacar muestras de suelo • Costales para embalar • Cajas de madera para empacar monolitos	**Vehículos:** • Vehículos tipo pick-up de doble cabina y tracción 4 x 4 (identificados con los logotipos del MAGA) **Uniformes:** • Mochila • Gorra de visera • Camisa • Chaleco • Capa (todos con la identificación del proyecto y los logotipos de MAGA e IGAC)

Equipo y herramientas	Reactivos y materiales	Vehículos y uniformes
Herramientas: • Machete • Piocha (pica) • Pala • Azadón • Palín para suelos • Barreno holandés para suelos • Martillo geológico • Cuchillo • Barra o barreta	**Formatos:** • Boletas para la descripción de observaciones de identificación (cajuelas) y de comprobación (barrenajes) • Boletas para la descripción de observaciones de caracterización (calicatas) • Boletas para la identificación de muestras	**Claves de taxonomía:** • Barra o barreta • Keys to soil taxonomy. 12th ed. United States Department of A griculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA, 2014. **Metodología:** • Cartilla con las principales variables para describir suelos, DIGEGR, 2012

1.3.4 Dotación de información cartográfica básica y temática al equipo técnico

El personal de campo fue dotado con la siguiente información cartográfica y temática:

- Hoja cartográfica a escala 1:50,000 actualizada del área bajo estudio.
- Mapas temáticos de geología (1:250,000), cobertura y uso de la tierra (1:50,000) y zonas de vida de Holdridge (1:250,000).
- Mapas temáticos de clima ambiental a escala 1:50,000 (temperaturas, precipitaciones y clasificación climática).
- Mapas temáticos de clima edáfico preliminares a escala 1:50,000 (régimen de temperatura y régimen de humedad).
- Imágenes digitales fotointerpretadas de las líneas de vuelo bajo el encargo del edafólogo, con acetatos de delineaciones geomorfológicas.



Figura A-17 Fotografías que muestran parte del equipo de campo

1.3.5 Diseño del muestreo de campo con base en las unidades geomorfológicas identificadas en la leyenda y mapa geomorfológico

El diseño del muestreo de campo se realizó sobre la base que proporcionó el mapa geomorfológico elaborado en el año 2009; sobre este mapa se distribuyeron homogéneamente las observaciones calculadas y se consensuó con el IGAC la siguiente densidad de observaciones: a) Para pendientes menores de 12% realizar 1 cajuela/46 ha y, b) para pendientes mayores de 12% realizar 1 cajuela/100 ha. El muestreo se realizó por el método de "zonas piloto y extrapolación" (Figura A-18).

- **Zona piloto:** son áreas o transectos diseñados por el edafólogo experto, distribuidas en toda el área de estudio, en las cuales se busca que en éstas queden incluidas todas las formas del terreno posibles, clima y materiales parentales identificados durante la fotointerpretación, deben tener vías para la movilización a pie o en vehículos durante la etapa de reconocimiento de campo. Se diseñan cuantas sean necesarias, hasta ocupar un máximo de 10% del área total de estudio. Densidad de observaciones 1 por cada 14.3 hectáreas (1,399 observaciones en 20,019 hectáreas).

- **Zonas de extrapolación:** Consiste en hacer extensiva a toda la zona la información obtenida en las áreas de muestreo, mediante la continuación o extensión de las unidades de mapeo, finalmente se obtuvo una densidad promedio de 1 observación por cada 138.6 hectáreas aproximadamente (1,476 observaciones en 198,847 hectáreas). El resto del área (1,584 ha) corresponde a cuerpos de agua.

Con respecto al rendimiento de observaciones por edafólogo, se consensuó con el IGAC a través del director técnico del proyecto, un rendimiento medio de 8 observaciones por día.

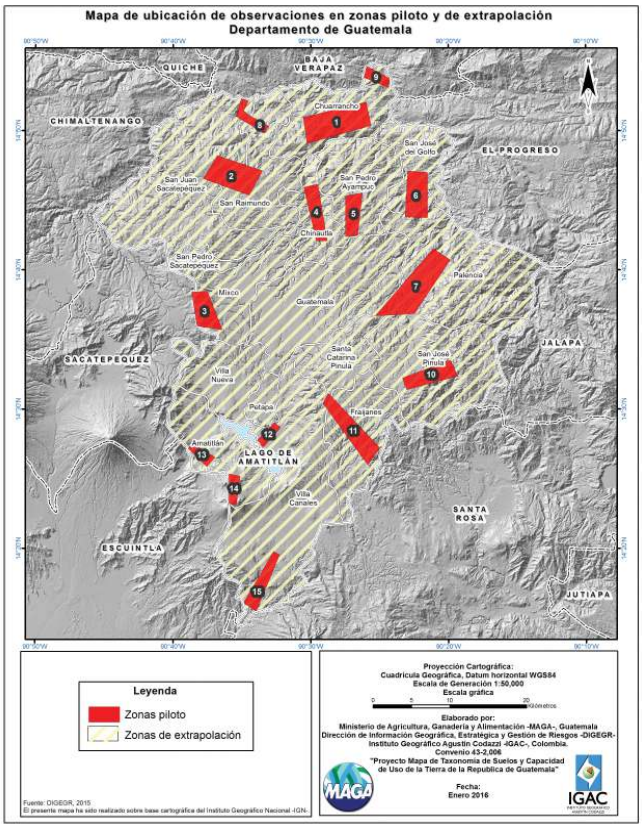


Figura A-18. Zonas piloto y áreas de extrapolación

2. TRABAJO DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

Las tareas realizadas durante el trabajo de campo fueron las siguientes.

2.1 Socialización de la actividad de campo con las autoridades locales y población en general

Para poder realizar los recorridos de campo y las observaciones dentro de las propiedades rurales, a efectos de obtener los permisos necesarios y evitar conflictos con la población, se hizo necesario e imprescindible, un acercamiento por parte del equipo a cargo de las operaciones de campo, con las autoridades civiles del departamento, los líderes comunitarios y la población en general, a efectos de informarles de las actividades a realizar. Se hicieron entrevistas con la gobernación departamental; con las municipalidades, donde se visitaron la mayoría de los alcaldes; con los técnicos de las oficinas municipales de planificación (OMP); con los consejos comunitarios de desarrollo (COCODES); con la sede departamental del MAGA; con la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) y otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en el departamento y que solicitaron ser informadas (Figura A-19).



Figura A-19. Socialización del proyecto ante autoridades del municipio de San José del Golfo (Foto: Oscar H., 2011)

A su vez, previo a realizarse el trabajo en las propiedades rurales de cada municipio, se visitó a los alcaldes y/o sus representantes, resultado de las visitas y por instrucciones de los mismos, se realizaron reuniones con los líderes comunitarios de las aldeas, entregándoles notas de apoyo de la alcaldía correspondiente. Aun así, hubo necesidad de atender solicitudes directas de algunos Comités Comunitarios de Desarrollo -COCODES-, que requirieron realizar reuniones de información para los miembros del comité y vecinos en general, solicitudes que el equipo técnico atendió oportunamente.

2.2 Reconocimiento de suelos a través de observaciones

La toma de datos de observaciones se realizó, una vez se obtuvo el permiso correspondiente por parte de los dueños de las fincas, parcelas y aldeas, donde se ubicaron los puntos de chequeo de suelos, conforme al detalle geomorfológico buscado.

Se realizaron en total 2,872 observaciones de las cuales 2,531 fueron cajuelas que corresponde con el 88.1% del total y 341 barrenajes equivalentes al 11.9%. De este número de observaciones fueron seleccionadas 266 cajuelas para realizar igual número de calicatas.

2.2.1 Observaciones de identificación y de comprobación

a). Observaciones de identificación (cajuelas)

De éste tipo de observaciones se realizaron 2,527 y consistieron en excavaciones denominadas cajuelas o minicalicatas, con dimensiones de 50 cm x 50 cm por lado y 50 cm de profundidad, al término de la cual y con barreno de suelos tipo holandés se profundizó hasta alcanzar los 130 cm.



Figura A-20. Vista de una cajuela (Foto: W. González, 2011).

Un ejemplo de observaciones de identificación se presenta en la Figura A-20, en el formato respectivo se anotó lo correspondiente a las variables: pendiente, clima ambiental, tipo de relieve, forma del terreno y otras, así como se describieron los horizontes superficiales, la profundidad, color, textura, estructura, consistencia, presencia de fragmentos de roca dentro o sobre la superficie del suelo, así como reacciones al NaF, H_2O_2, HCl y pH. Con base en estas observaciones, permite a los edafólogos clasificar en forma preliminar la taxonomía del suelo.

b). Observaciones de comprobación (barrenajes)

De éstas se observaciones se realizaron 348; los barrenajes son extraídos hasta una profundidad de 130 cm y sirven para delimitar las clases de suelos (unidades taxonómicas) y las unidades cartográficas, definidas previamente mediante observaciones de identificación.

Diferencias tales como cambio de relieve o pendiente, obliga a chequear el contenido pedológico mediante este tipo de observaciones.

En la Figura A-21, se muestra el producto de un barrenaje y su distribución sobre una cinta graduada en cm para la toma de los datos de las variables del suelo que, exceptuando las correspondientes a estructura, incluye las indicadas para las cajuelas.



Figura A-21. Vista de un barrenaje (Foto: W. González, 2011)

c). Mapa de distribución de observaciones o de "pecas"

En la Figura A-22, se muestra la ubicación del total de

observaciones realizadas, lo que constituye el denominado, en el argot de los edafólogos “mapa de pecas” y mediante el cual se analiza visualmente la cobertura de observaciones existente.

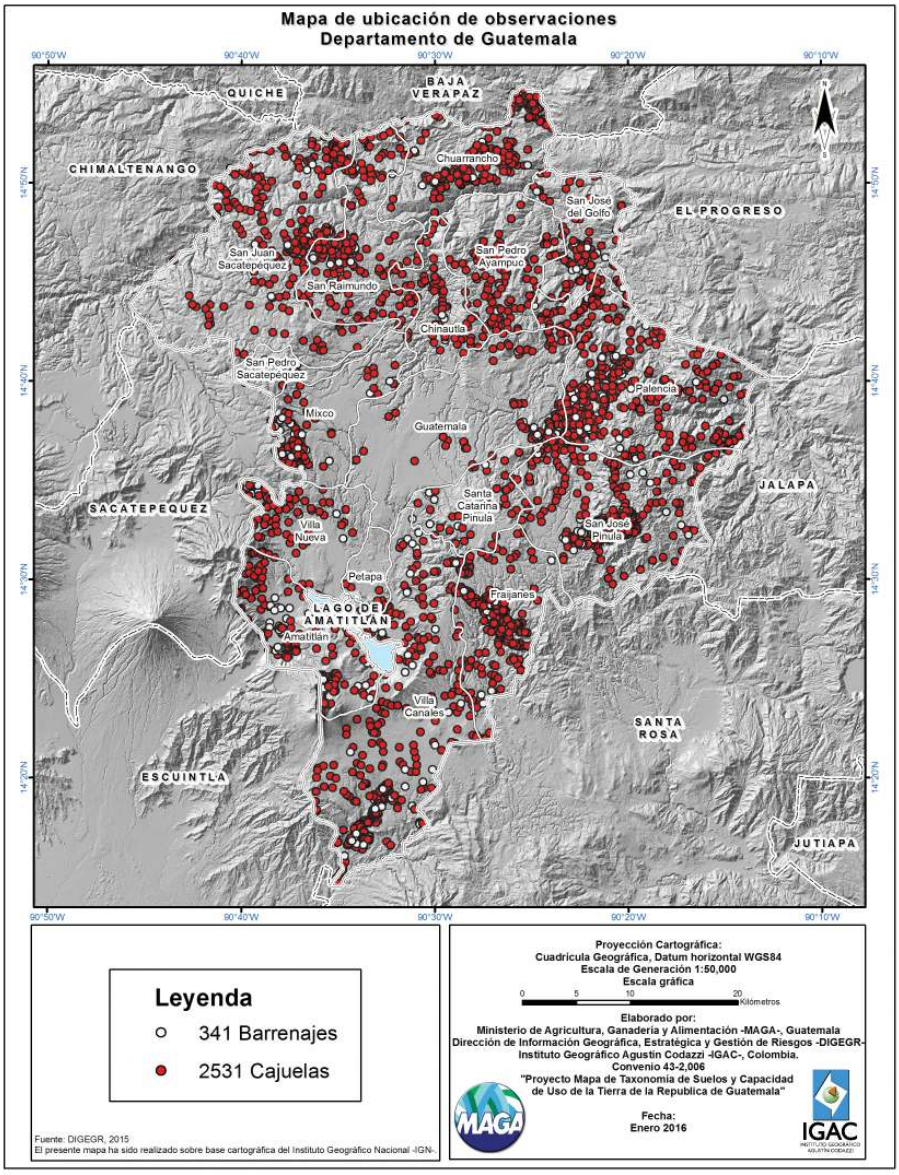


Figura A-22. “Mapa de pecas” a partir de las observaciones realizadas

2.2.2 Corrección de líneas geomorfológicas y delineación preliminar de líneas de suelos

En paralelo a la toma de las observaciones en campo, sobre los sobrescritos de las imágenes digitales aéreas, se realizaron correcciones de límites geomorfológicos mal trazados por errores en la fotointerpretación, así como cambios en la nomenclatura por confusión en las unidades asignadas (vallecitos, mesas, taludes y otros). Por otra parte y conforme avanzó la toma de observaciones de suelos, se realizó de manera preliminar la delimitación de unidades pedológicas, estableciendo límites entre unidades geomorfológicas con contenidos pedológicos diferentes.

Durante la ejecución del estudio de suelos, los técnicos del IGAC, realizaron visitas periódicas con el fin de asesorar y hacer recomendaciones a los edafólogos del proyecto (Figura A-23).



Figura A-23. Visita de técnicos del IGAC al estudio de suelos del departamento, municipio de Palencia (Foto: O. Hernández, 2011)

2.2.3 Ingreso de datos de observaciones a base de datos y definición de la cajuela modal

El total de datos contenidos en las boletas de cajuelas fueron ingresados al módulo de almacenamiento del Sistema de Base de Datos de Taxonomía de Suelos, para posteriormente procesarlos en formato de salida de hoja electrónica.

En el formato de hoja electrónica, el ordenamiento para cada lote de observaciones de las unidades de suelos se realizó a partir de: paisaje, clima, tipo de relieve y material parental, de tal forma que la cajuela modal se definió del lote de observaciones realizadas dentro de cada unidad de suelos (con datos de campo). Para lograr establecer la "cajuela modal" o sea aquella que tiene la mayor semejanza con los valores modales determinados para la unidad de suelos que son la profundidad del horizonte, color, textura, estructura, consistencia en húmedo y mojado, reacciones a NaF, HCl, H_2O_2, pH, epipedón y endopedón; se comparó el lote de observaciones existentes provenientes de las cajuelas y se seleccionó la que presentó la mayor semejanza en las variables indicadas.

La cajuela que presentó los datos con mayor similitud a los valores modales fue asignada como la "cajuela modal" de la unidad cartográfica preliminar de suelos. En la ubicación geográfica de las cajuelas modales se realizó la apertura de las calicatas.

2.2.4 Apertura de calicata, lectura de perfiles y toma de muestras

La apertura de calicatas se realizó mediante una excavación de aproximadamente 180 cm. de largo, 120 cm. de ancho y 130 cm. de profundidad; se realizaron 266 calicatas, de las cuales 134 se constituyeron en perfiles modales (118 describen igual número de unidades cartográficas y 16 son complemento de complejos y grupos indiferenciados) y las 132 restantes se utilizaron como perfiles inclusiones y réplicas de los suelos modales.

La calicata se diseñó de tal forma que el ancho de acceso, va en forma escalonada para facilitar el descenso del edafólogo y el ancho de la calicata, estuvo totalmente expuesto a la luz solar, para facilitar la lectura de las variables, tal como se muestra en la Figura A-24.



Figura A-24. Observación de caracterización en calicatas (Foto: W. González, 2012)

Para cada calicata, se describieron las características externas y una vez separados los horizontes, se describieron: profundidad y espesor de los diferentes horizontes del suelo, color, textura, estructura (tipo, clase y grado de desarrollo), consistencia, en húmedo y en mojado, poros (tamaño y cantidad), raíces (tamaño, cantidad, distribución y estado), presencia de macroorganismos, límite entre los horizontes separados, presencia de fragmentos de roca dentro o sobre la superficie del suelo, reacciones al NaF, al H_2O_2, al HCl y pH; regímenes de humedad y temperatura del suelo, drenaje interno, externo y natural. Los regímenes de humedad se estimaron a partir de climadiagramas, realizados con los datos de las estaciones más cercanas a los perfiles modales. La temperatura del suelo se midió en campo siguiendo las normas establecidas por el Soil Survey Staff, 2014.

La identificación de las calicatas se realizó mediante una codificación con números arábigos, con base en la codificación departamental y municipal del país, con el agregado del número de orden correlativo al municipio, de tal forma que el código se explica con el siguiente ejemplo para la Calicata **011407**:

01: Código del departamento de Guatemala.
14: Código del municipio de Amatitlán.
07: No. de correlativo de calicatas en el municipio.

a). Toma de muestras de suelos

Una vez se realizó la descripción de los suelos en la calicata, se procedió a tomar muestras de cada horizonte identificado, para realizar los análisis de laboratorio respectivos, tal como se aprecia en las Figuras A-25 y A-26, las cuales se empacaron en bolsa doble de polietileno y se etiquetaron debidamente, según el tipo de análisis requerido.

Los análisis de propiedades físicas se realizaron en el laboratorio de suelos de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), los análisis de propiedades químicas en los laboratorios de suelos del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA y en el Laboratorio Agrícola de Suelos, Plantas y Aguas - ANALAB, de la Asociación Nacional del Café - ANACAFÉ. Los análisis para caracterización de tipo mineralógico y micro morfológico, así como hierro y aluminio activos, y silicio, se realizaron en el Laboratorio Nacional de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, de Colombia.



Figuras A-25. Toma de muestras de suelos (Foto: W. González, 2012)

b). Toma de muestras especiales

De acuerdo con la taxonomía identificada y/o en algunos de los suelos representativos del departamento, se tomaron muestras especiales, las cuales sirven para clasificación de suelos o para explicar la génesis y evolución.



Figuras A-26. Aforado de las muestras para análisis en los diferentes laboratorios de suelos (Foto: W. González, 2012)

Algunas de estas muestras se extraen para identificación de horizontes argílicos (Bt) y realización de secciones finas o delgadas; para esta última se debe tomar un bloque de aproximadamente 15 x 10 x 15 cm, en horizontes

que supone tienen arcilla iluvial, este debe ser orientado, embolsado y codificado adecuadamente; para identificar capas endurecidas (duripanes), se toman muestras en terrones o peds de suelos, del tamaño de una empuñadura, a la cual se le realizan algunas pruebas físico – químicas; para realizar monolitos de suelos, se deben tomar columnas de suelos, entre otras.

c). Pruebas de infiltración

La infiltración se mide como el "flujo vertical del agua en las primeras capas del suelo". Estas pruebas se llevaron a cabo en 8 calicatas localizados en zonas con pendientes menores a 12%, con uso actual agrícola en cultivos intensivos. Las pruebas se realizaron mediante la utilización de un juego de anillos de infiltración, tal como se muestra en la Figura A-27, los cuales se ubicaron en forma concéntrica a aproximadamente 5 metros de la calicata, se llenaron con agua y con una regla graduada se registró el descenso del agua del anillo interior a diferentes intervalos de tiempo, tomando las lecturas en un formato diseñado al efecto.

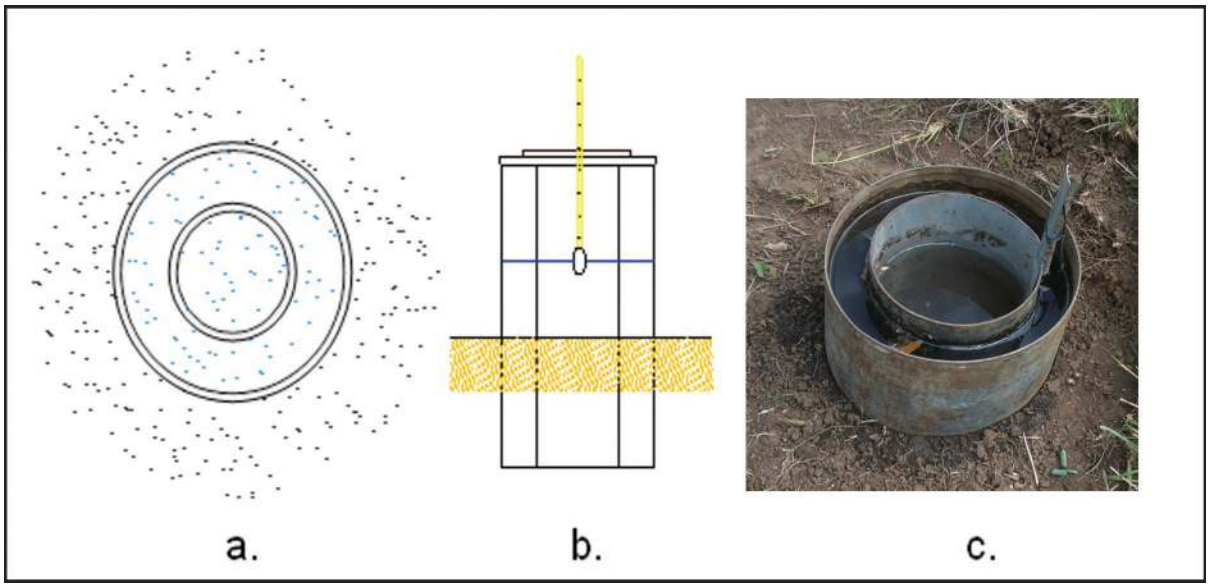


Figura A-27. Forma como se instalan los anillos concéntricos en campo para medir la infiltración: a). Vista superior, b). Corte transversal y c). Vista lateral (Foto: Cesar García, 2012)

El análisis de la información de las lecturas, se realizó mediante el modelo de Kostiakov, mostrado en la siguiente ecuación:

$$I = k \cdot t^{n}$$

Donde:

I: lámina infiltrada acumulada en un tiempo t [cm].
k: parámetro que representa la velocidad de infiltración cuando el tiempo corresponde a 1 minuto.
t: tiempo transcurrido desde el inicio de la aplicación de agua [min].
n: parámetro que indica la forma en que la velocidad de infiltración se reduce con el tiempo.

Los resultados obtenidos se muestran en el Anexo C.

2.2.5 Recolección de "monolitos": columnas de suelos representativos

Los monolitos de suelos se recolectaron con la idea de contar con datos reales de los perfiles de suelos representativos del departamento y para ello, dentro de cada una de las calicatas seleccionadas, se procedió a realizar la identificación y recolección de campo de la siguiente manera:

- Selección de la unidad cartográfica que contenía el suelo de interés.
- Localización sobre el material cartográfico y aerofotográfico del punto donde se tomó la columna de suelo.
- Preparación del material necesario, herramientas del edafólogo y la caja de empaque, donde se depositó la columna de suelo.
- Se hizo apertura de la calicata en el sitio y suelo seleccionado.
- Se describió el conjunto de variables características de la calicata, según metodología del IGAC, 2007.
- Se seleccionó la pared de la calicata donde se delimitó la columna de suelo a tomar, con una tabla de dimensiones similares a las de la caja de empaque.
- Se colocó la caja de madera con la cara abierta en dirección a la pared de suelo, se cortó la columna de suelo por los bordes de la caja y se incrustó la caja conforme se avanzó en el corte.
- Al estar completamente llena la caja, se hizo el corte final y se retiró la columna que, una vez en posición horizontal, se recubrió con el polietileno previamente adherido al interior de la caja, luego se colocó la tapa de seguridad con tornillos y se trasladó hacia el sitio de secado.



Figura A-28. Obtención de columnas de suelo para conformar monolitos (Foto: J. del Cid, 2012)

En la Figura A-28 se observa parte del proceso de obtención de columnas de suelo, de las cuales se tomaron 12 para Guatemala; posteriormente, fueron sometidas a un tratamiento físico y químico para conformar los monolitos de los suelos representativos del departamento.

3. ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS Y CUADROS DE VALORES PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los análisis de las propiedades físicas, químicas, mineralógicas y micromorfológicas, son parte fundamental en los estudios de suelos y son básicos para la correcta aplicación de la clasificación taxonómica, ya que muchas de las claves están directamente vinculadas a propiedades como las indicadas. Los análisis de tipo químico y físico se realizaron para la totalidad de horizontes de las 266 calicatas tomadas, en tanto que los mineralógicos se realizaron para 53 muestras de 17 perfiles. Por otra parte, se tomaron 12 columnas de suelos que, al tratarse por medios físicos y químicos, se constituyeron en 12 monolitos de los principales suelos del departamento.

3.1 Análisis de laboratorio de suelos: químicos, físicos, mineralógicos y micromorfológicos

A continuación se presenta a manera de resumen los principales análisis químicos, físicos y mineralógicos, utilizados en la caracterización de los suelos del departamento, pero para profundizar en ellos, se recomienda abordar el Manual de Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC (2006).

3.1.1 Análisis químicos

Los análisis químicos se realizaron en los laboratorios de suelos de CENGICAÑA y de ANACAFE, mientras que para el caso de los suelos Andisoles e intergrados ándicos, las pruebas de retención fosfórica se realizaron en la ENCA, las demás muestras se trasladaron al Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC en Colombia, para la determinación de hierro, aluminio y silicio activo.

Los análisis se solicitaron para todos los horizontes comprendidos en la profundidad de la calicata, inicialmente se consideró realizar análisis de elementos menores solo para aquellos perfiles localizados en pendientes menores del 12%; sin embargo y a propuesta del laboratorio de ANACAFE, se terminó realizando el análisis de elementos menores para la mayoría de los horizontes. En el Cuadro A-10 se presenta un resumen de las pruebas realizadas y las técnicas analíticas utilizadas.

Cuadro A-10. Principales propiedades químicas analizadas y técnicas aplicadas para su caracterización

Propiedad	Método de detección	Medio de extracción
pH (agua)	Potenciométrico	Relación 1:2.5 (agua: suelo)
Aluminio intercambiable	Volumetría	Cloruro de Potasio 1N
Carbono orgánico	Volumetría	Walkley Black: oxidación con Dicromato de Potasio y Ácido Sulfúrico
Potasio disponible	Volumetría	Acetato de Amonio 1N a pH 7.0
Fósforo disponible	Colorimetría	ANALAB: Método de Olsen Modificado. CENGICAÑA: Método de Mehlich I. IGAC: Método de Bray II.
Carbonato de calcio $CaCO_3$.	Cualitativa	Con HCl 1N o diluido al 10%
Capacidad de intercambio de catiónico (CIC)	Volumetría	Acetato de Amonio 1N a pH 7.0

Macronutrientes: Ca, Mg, K, Na	Espectofotometría de absorción y emisión atómica	Extracción con Acetato de Amonio Ca, Mg: absorción atómica K, Na: emisión atómica
Micronutrientes: Cu, Zn, Fe, Mn	Espectofotometría de absorción atómica	Extracción con solución de dos ácidos
Retención fosfórica	Colorimetría	Extracción con solución de Vanadato de Amonio – Molibdato de Amonio – Ácido Nítrico
Hierro y aluminio activos y silicio.	Absorción atómica	Oxalato ácido de Amonio
Índice Melánico	Colorimetría	Lectura de % de transmitancia a 450 y 520 nm.

Fuente: IGAC, 2006; ANALAB, 2010 y CENGICAÑA, 2011.

A continuación se describen las propiedades químicas de los suelos, el método de análisis de laboratorio utilizado y los cuadros de interpretación para los datos encontrados. Las principales aplicaciones están dirigidas a taxonomía de suelos y al manejo agronómico del recurso.

3.1.1.1 Potencial de hidrógeno (pH)

La reacción del suelo se cuantifica a través de medir el potencial de Hidrógeno (pH), el cual es la expresión de la actividad de los iones H^+ y se expresa en una escala de 0 a 14, los valores son logarítmicos por lo que cada cambio en los valores de la escala equivale a diez veces la unidad hacia 0 (acidez) o hacia 14 (alcalinidad).

La medición del pH en laboratorio se realiza mediante un Potenciómetro, utilizando un electrodo de vidrio sumergido en una solución de suelo y agua en partes iguales.

La calificación de los resultados de la determinación del pH del suelo, se realizó con base en los valores presentados en el Cuadro A-11.

Cuadro A-11. Clasificación de la condición ácida o alcalina del suelo (IGAC, 2007)

pH	Calificación
<3.5	Ultra ácido
3.5 - 4.4	Extremadamente ácido
4.5 – 5.0	Muy fuertemente ácido
5.1 – 5.5	Fuertemente ácido
5.6 – 6.0	Moderadamente ácido
6.1 – 6.5	Ligeramente ácido
6.6 – 7.3	Neutro
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino
7.9 – 8.4	Moderadamente alcalino
8.5 – 9.0	Fuertemente alcalino
>9.0	Muy fuertemente alcalino

3.1.1.2 Saturación de Acidez Intercambiable (S.A.I.)

Uno de los factores principales en el desarrollo de la acidez del suelo se debe a la presencia de aluminio en la solución del suelo, ya que al reaccionar con el agua se hidroliza y forma complejos monoméricos y poliméricos hidrohixoalumínicos que desencadenan una liberación de protones H^+ que induce a descensos en el valor del pH.

El análisis de laboratorio se realizó por el método del cloruro de potasio 1 normal (KCl 1N), como solución desplazante o extractora. Su cálculo se realiza mediante la ecuación siguiente:

S.A.I. (%) = Al^{+++} (meq/100g^{-1}) x 100 / CICE (meq/100g^{-1}).

De donde: CICE es la capacidad de intercambio catiónico efectiva, que corresponde a la suma de Al^{+3}, H^{+1}, Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+1} y Na^{+1} / en meq/100g.

La calificación de los resultados de la saturación de aluminio, se realizó con base en lo presentado en el Cuadro A-12.

Cuadro A-12. Calificación de la saturación de aluminio intercambiable (IGAC, 2007)

Saturación de aluminio (%)	Apreciación
Menor de 15	Sin problemas en general, limitante para cultivos susceptibles
15 a 30	Limitante para cultivos moderadamente tolerantes
30 a 60	Limitante para cultivos tolerantes
Mayor de 60	Nivel tóxico para la mayoría de cultivos

El factor más perjudicial para las plantas en suelos fuertemente ácidos es la toxicidad del Al, particularmente cuando el pH es menor a 5.5. La cantidad y saturación de aluminio, generalmente se determina para un valor de pH menor o igual a 5.5, por arriba de este valor las cantidades son mínimas o se hace inactivo y no afecta a los cultivos, razón por la cual no se relaciona en los cuadros de resultados de análisis químicos.

3.1.1.3 Saturación de bases intercambiables (S.B.)

Las bases intercambiables corresponden a los cationes alcalinos (Na^+ y K^+) y alcalino térreos (Ca^{++} y Mg^{++}) que son retenidos por las arcillas y coloides orgánicos e inorgánicos del suelo (IGAC, 1982). En general, dependen directamente del pH del suelo, cuando éste presenta valores bajos y por ende tienen alta acidez, la S.B. es baja y se incrementa a partir del aumento en el valor del pH, de tal forma que al llegar a la neutralidad alcanza un valor cercano al 100%. Cuando este valor llega a 100 o lo sobrepasa, en los cuadros de resultados de análisis químicos se relaciona como "SAT".

Para obtener la S.B., es necesaria la determinación de las bases (K, Ca, Mg, Na), ellas se extraen mediante una solución de acetato de amonio (CH_3COONH_4). La solución de acetato de amonio utilizada es 1N y neutra. Los cationes K, Ca, Mg, Na, se determinan en la solución extractora por espectrofotometría de absorción atómica. Luego de determinada la concentración de las bases, mediante la ecuación siguiente se determina la S.B. en porcentaje.

S.B. (%) = (Ca^{++} + Mg^{++} + K^+ + Na^+) (meq/100g) x 100 / CICA meq/100g).

De donde: CICA es la capacidad de cambio catiónico del suelo determinada con acetato de amonio 1N a pH 7.0.

La saturación de bases se interpreta como Baja (<35%), Media (35-50%) y Alta (>50%) para caracterizar las unidades cartográficas de suelos, en lo referente a la interpretación de los datos de laboratorio del perfil modal representativo de cada unidad.

La S.B. indica el grado de lavado que han sufrido los suelos de determinada región, estos valores generalmente son bajos en los suelos que presentan climas muy húmedos y donde hay exceso de lixiviación, pero son altos en las zonas donde se presentan bajas precipitaciones.

3.1.1.4 Carbono orgánico (CO)

El carbono orgánico es el principal elemento componente de la materia orgánica, ya que representa entre el 48 y el 59% de su peso, pero por lo poco práctico de determinar la materia orgánica del suelo, se utiliza el porcentaje de carbono orgánico existente en el suelo y se lo multiplica por un factor de conversión de 1.9 (Broadbeut, 1965 y Allison 1965, citados por Buol et al 1981, citado por IGAC, 1995).

La relación del carbono orgánico con el nitrógeno (C/N), define un índice que suministra información respecto al contenido de nitrógeno presente en el humus. El significado práctico del índice es muy diferente, según el horizonte o el tipo de materia orgánica del suelo. Las relaciones C/N son parámetros utilizados en la caracterización del nitrógeno y sus relaciones con la materia orgánica del suelo, según Fassbender (1987), para el cálculo se consideran los valores de N total, los que están constituidos hasta en un 98% por la fracción orgánica, los valores de la relación C/N varían entre 8 y 14, es decir 8C/1N y 14C/1N.

En el Cuadro A-13, se muestra la composición elemental de un material húmico (Kohnke, 1972, citado por IGAC, 1990).

Cuadro A-13. Composición elemental de un material húmico

Elemento	% en peso
C	52 - 60
O	32 – 38
H	3 – 4
P	0.4 – 0.6
N	4 – 5

El método utilizado para determinar el carbono orgánico, fue el de Walkley Black, mediante el cual se oxida el carbono orgánico del suelo con un exceso de dicromato potásico, en presencia de un exceso de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, valorando el exceso de dicromato con una sal de hierro. La calificación de los resultados de la determinación del carbono orgánico, se realizó con base en los valores presentados en el Cuadro A-14.

Cuadro A-14. Interpretación por contenido de carbono orgánico según el clima

Clima	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)
Extremadamente frío, muy frío y frío	< 5	5–10	>10
Semifrío y templado	< 3	3–5	>5
Semicálido y cálido	< 2	2-4	>4

3.1.1.5 Potasio disponible (K)

El potasio (K) es un nutriente esencial de la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el Nitrógeno (N) y el Fósforo (P). Los cultivos contienen aproximadamente la misma cantidad de K que de N, pero más K que P. En muchos cultivos de alto rendimiento, el contenido de K excede al contenido de N (Potash & Phosphate Institute, 1997).

El método utilizado para determinar el potasio fue el de extracción con acetato de amonio 1 normal ($C_2H_4O_2 \cdot H_3N$) a pH 7.0. Ello representa el K intercambiable.

A partir de los resultados, se establecen 2 clases para la interpretación de la disponibilidad de potasio:

- Clase 1: menor a 0.4 meq/100g.
- Clase 2: mayor de 0.4 meq/100g.

En suelos minerales, el K se presenta en los minerales cristalinos de feldespatos, micas y entre los minerales de arcilla en la illita, la vermiculita, la glauconita y la montmorillonita. Al alterarse estos minerales, el K pasa a la solución del suelo y a los sitios de intercambio.

3.1.1.6 Fósforo (P)

Fósforo disponible: La disponibilidad de fósforo (P) en el suelo varía con el pH del suelo y este elemento es absorbido y aprovechado por la planta en un rango de pH de 5.5 a 7.5. Los métodos utilizados por cada laboratorio y la interpretación de la disponibilidad de fósforo se muestran en el Cuadro A-15.

Cuadro A-15. Interpretación de la disponibilidad de fósforo

Laboratorio	Método	Calificación		
		Bajo	Medio	Alto
ANALAB	Fósforo (P) ppm Olsen Modificado.	<10	10-20	>20
CENGICAÑA	Fósforo (P) ppm Mehlich I, 1953.	<12	12-16	>16
IGAC	Fósforo (P) ppm Bray (II).	<15	15-40	>40

Fuente: IGAC, 2006; ANALAB, 2010 y CENGICAÑA, 2011.

Retención fosfórica: La identificación de la retención de fosfatos se realiza por métodos colorimétricos, mediante la extracción con solución de vanadato de amonio – molibdato de amonio – ácido nítrico. El fósforo se fija por mecanismos como adsorción superficial, sustitución isomórfica y reacciones de doble descomposición, los cuales dependen en gran medida de la cantidad y tipo de arcilla, de la materia orgánica, los óxidos amorfos hidratados de hierro y aluminio y la cantidad de aluminosilicatos amorfos (Información detallada numeral 3.2.2.2, Capítulo 3).

3.1.1.7 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

La CIC es la capacidad que tiene un suelo de retener e intercambiar cationes. La fuerza de la carga positiva varía dependiendo del catión, permitiendo que un catión reemplace a otro en una partícula de suelo cargada negativamente (Potash & Phosphate Institute, 1997).

Profundizando al respecto, la mayoría de los componentes de la fase sólida del suelo retienen moléculas o iones, en forma más o menos permanente; algunos de estos procesos son reversibles y los diferentes iones se retienen e intercambian en cantidades aproximadamente equivalentes. Este proceso se denomina cambio iónico; de acuerdo con Bear, (1964); citado por IGAC, (1995), el cual lo define como "proceso reversible a través del cual son cambiados cationes y aniones entre las fases líquida y sólida y entre los diversos componentes de la última, si están en contacto estrecho".

Según Chapman (1965); citado por IGAC (1995), los cationes retenidos en la superficie de los minerales del suelo y dentro del enredado cristalino de algunos minerales y los que hacen parte de ciertos compuestos orgánicos, pueden ser reversiblemente reemplazados por aquellos de soluciones salinas y ácidas. La suma de estos cationes es lo que se conoce como Capacidad de Intercambio Catiónico y usualmente se expresa en meq/100 gramos de material edáfico al que se le determinó.

La CIC se divide en dos componentes básicos de acuerdo con el tipo de carga negativa: permanente y de pendiente del pH.

La **carga permanente** resulta de la sustitución isomórfica en las capas tetraédrica y octaédrica de las arcillas en gestación, cuando cationes de valencia baja reemplazan a los de valencia alta (por ejemplo Al+3 por Si+4 en la capa tetraédrica y Mg+2 por Al+3 en la octaédrica), este procesos es usual en arcillas de relación 2:1, como las esmectitas (IGAC, 1995); el componente **dependiente el pH** resulta del aumento de ionización de ciertos grupos funcionales de la materia orgánica y de OH asociados con las aristas rotas de las láminas arcillosas, con la alófana y con los óxidos hidratados de hierro y aluminio (Buol at al, 1981, citado por IGAC, 1995) y también se conoce como Capacidad de Intercambio Catiónico Variable (CICV).

La CIC se determina saturando el suelo con un catión, luego se extrae dicho catión y se cuantifica; comprende los siguientes pasos: saturación, lavado, desplazamiento y determinación (IGAC, 2007); se califica como muy baja cuando la CIC es <5; como baja entre 5-10; como media entre 10 y 20 y como alta cuando es >20.

3.1.1.8 Silicio, hierro y aluminio activo

Los cationes Fe^{++}, Al^{+3} y la sílice sufren reacciones en el suelo que dan lugar a sustancias insolubles amorfas o cristalinas o a una mezcla de las dos y que desempeñan un papel importante en la pedogénesis (Guillet y Souchier, 1982; citados por IGAC, 1995). La relación del valor total con el de las sustancias en formación o cristalizadas permiten aproximar el grado de intemperismo del suelo.

La importancia edafológica del hierro libre se debe a que proporciona coloración parda en diferentes gamas a los suelos, fija fósforo y contribuye a una mayor estabilidad de los agregados. Su extracción se utiliza como criterio diagnóstico en la taxonomía de suelos junto con el aluminio. El aluminio se encuentra en forma de polímeros hidroxílicos, asociado con el hierro y también fija fósforo, promueve la agregación y la estabilidad de los suelos.

Se extraen por el método de absorción atómica con oxalato ácido de amonio, el cual extrae además formas de silicio que provienen de la disolución de alófana, imogolita y ferrihidrita. Los valores de silicio extraído sirven para estimar el contenido de alófanas (Parfitt y Genmi, 1982; citados por IGAC, 1995).

El hierro y el aluminio proporcionan pautas suficientes para diagnosticar y puntualizar la génesis y la taxonomía

de suelos con características ándicas o no (ICOMAND, 1988; citado por IGAC, 1995); el contenido de hierro extraído con oxalato evalúa el estado amorfo del elemento; además, la relación con el valor dado diatonito-citrato-bicarbonato define la proporción o radio de actividad, tomado como un índice del grado de cristalinidad o envejecimiento de los óxidos de hierro (Malagón y Pulido, 1994, citado por IGAC, 1995).

3.1.1.9 Índice melánico

El índice melánico resulta de comparar los valores de absorbancia que arroja el extracto de los horizontes superficiales (epipedones), obtenido con soda diluida, de acuerdo con la metodología propuesta por Honna y colaboradores en 1988. El procedimiento se aplica al epipedón de los Andisoles, para determinar si es o no melánico, su importancia radica en estimar la composición, polimerización y relaciones entre los compuestos húmicos; intervienen en la designación de la clase en la categoría del Gran Grupo (Soil, Survey Staff, 2014).

El índice ayuda a la interpretación del grado evolutivo de los suelos, especialmente con la materia orgánica, debido a que el color negro del epipedón es asociado con la acumulación de materia orgánica con abundante ácido húmico. El índice melánico >1.7 es atribuido a la acumulación de grandes cantidades de materia orgánica aportada y sintetizada por vegetación forestal, con fracción húmica abundante en ácidos de tipo P (ácidos húmicos de bajo grado de humificación), seguidos de B (Honna et al, 1988, citado por IGAC, 1995), mientras que cuando el índice Melánico es <1.7, se le atribuye a la acumulación de residuos de vegetación de gramíneas, con dominio de ácidos de tipo A.

El Índice Melánico se vincula con la relación entre ácidos húmicos y fúlvicos en la fracción orgánica de los suelos (Honna et, al 1988, citados en Soil Survey Staff, 2014); el método pretende diferenciar los suelos melánicos y fúlvicos de los Andisoles, ya que se fundamenta en que los primeros tienen un valor alto de la relación ácido húmico/ácido fúlvico y una existencia de ácido húmico tipo A que pone en evidencia un alto grado de humificación, mientras los otros se caracterizan por presentar baja relación y tienen ácidos húmicos de tipo P, seguidos de B, que indican un grado bajo de humificación.

3.1.1.10 El cálculo de la fertilidad natural de los suelos

En el Cuadro A-16, se presentan las propiedades químicas que se toman en cuenta para el cálculo de la fertilidad natural del suelo, siendo éstos: reacción del suelo (pH), saturación de aluminio, capacidad de intercambio catiónico, bases intercambiables (porcentaje de saturación y totales), porcentaje de carbono orgánico (según clima), fósforo y potasio disponibles.

De acuerdo con la fórmula presentada en el Cuadro A-15 (FT = (0.7*F1 + 0.3*F2) *K), donde:

- FT = fertilidad total del suelo;
- 0.7 = porcentaje dado a la fertilidad uno (profundidad del suelo 0 - 25 cm).
- F1 (fertilidad uno) = sumatoria de los puntajes asignados a los datos químicos, indicados en la profundidad del suelo 0 - 25 cm.
- 0.3 = porcentaje dado a la fertilidad dos (profundidad del suelo 25 - 50 cm).
- F2 (fertilidad dos) = sumatoria de los puntajes asignados a los datos químicos, indicados en la profundidad del suelo 25 - 50 cm.
- K = constante de aplicación de la fórmula (0.285).

El resultado de la fórmula se coteja con la tabla de calificación, con lo cual y de acuerdo a los valores determinados se calcula la fertilidad química, esta puede oscilar entre muy baja (<3.6) a muy alta (>8.4).

Este cálculo se realizó para establecer el nivel de fertilidad existente de cada unidad cartográfica, a partir de los análisis químicos realizados. Su conocimiento es útil principalmente para la práctica agrícola.

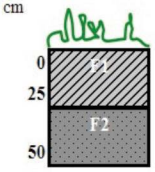
Cuadro A-16. Puntajes para definir la fertilidad de los suelos a partir de los resultados de los análisis de suelos

pH Agua 1:1		Rango	< 4.5-8.5 >	4.6-5.0;7.9-8.4	5.1-5.5;7.4-7.8	5.6-6.0	6.1-7.3
		Puntaje	1	2	3	4	5
SATURACIÓN DE ALUMINIO %		Rango	> 60	60 - 30	29 - 15	14 - 5	< 5
		Puntaje	1	2	3	4	5
CAPACIDAD DE CAMBIO (me/100 g Acetato 1N pH 7)		Rango	< 5	5 - 10	11 - 15	16 - 20	> 20
		Puntaje	1	2	3	4	5
BASES	PORCENTAJE SATURACIÓN	Rango	< 10	10-35	36-50	51-70	> 70
		Puntaje	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
	TOTALES (me/100 g)	Rango	< 4	4.1-8.0	8.1-12.0	12.1-16.0	> 16
		Puntaje	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
% CARBON ORGÁNICO	CLIMA FRÍO	Rango	< 1.3	1.3-2.6; > 10.0	2.7-4.0; 8.1-10.0	4.1-5.2; 8.0-6.6	5.3-6.5
		Puntaje	1	2	3	4	6
	CLIMA MEDIO	Rango	< 0.5	0.6-1.7; > 7.6	1.8-2.9; 6.5-7.6	3.0-4.1; 5.4-6.5	4.2 - 5.3
		Puntaje	1	2	3	4	5
	CLIMA CÁLIDO	Rango	< 0.2	0.2-0.50	0.51-1.7	1.71-2.9	> 3.0
		Puntaje	1	2	3	4	5
FOSFORO ppm BRAY II		Rango	< 10	10-20	21-30	31-40	> 40
		Puntaje	1	2	3	4	5
POTASIO me/100 g		Rango	< 0.1	0.1-0.2	0.21-0.30	0.31-0.4	> 0.4
		Puntaje	1	2	3	4	5

Fertilidad en suelos normales:

FT = (0.7*F1 + 0.3*F2)*K

Donde:
FT = fertilidad total
F1 = fertilidad 0 - 25 cm
F2 = fertilidad 25 - 50 cm
K = 0.285



Rangos	Calificación	Puntos
> 8.4	Muy Alta	10
8.4 - 6.8	Alta	8
6.7 - 5.2	Moderada	6
5.1 - 3.6	Baja	4
< 3.6	Muy Baja	2

Fuente: IGAC, 2007.

3.1.1.11 Resumen de la calificación de las propiedades químicas de suelos

Los resultados de los análisis químicos de laboratorio realizados a las muestras de suelos, fueron valorados de acuerdo con los parámetros de calificación que utiliza el IGAC para los estudios de suelos en Colombia, tal como se muestra en el Cuadro A-17. Los datos de este cuadro han sido extraídos del Manual de Campo para Levantamientos de Suelos y Tierras (IGAC, 2007) y Métodos de Laboratorio (IGAC, 2006).

Cuadro A-17. Calificación de algunas variables químicas de los suelos, para interpretación de los análisis de laboratorio

Variables	Calificación				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Capacidad de intercambio de cationes (CIC), en meq/100g.	<5	5-10	10-20	>20	
Bases Totales (BT), en meq/100g de suelo.	<5	5-10	10-30	>30	
Calcio (Ca), en meq/100g de suelo.		<3	3-6	>6.0	
Magnesio (Mg), en meq/100g de suelo.		<1.5	1.5-3.0	>3.0	

Potasio (K), en meq/100g de suelo.		<0.2	0.2-0.4	>0.4	
Sodio (Na), en meq/100g de suelo.		<1.0	1.0-5.0	>5.0	
Carbono Orgánico (CO), en %.		<1.2	1.2-2.4	>2.4	
Materia orgánica (MO), clima frío, en %.		< 5	5–10	>10	
Materia orgánica (MO), clima medio, en %.		< 3	3–5	>5	
Materia orgánica (MO), clima cálido, en %.		< 2	2-4	>4	
Fósforo disponible (P), en ppm, Bray (II), laboratorio del IGAC.		<15	15-40	>40	
Fósforo disponible (P), en ppm, Mehlich I, 1953, laboratorio de CENGICAÑA.		<12	12-16	>16	
Fósforo disponible (P), en ppm, Olsen Modificado, laboratorio de ANALAB.		<10	10-20	>20	
Salinidad (S), en milimhos/cm.	<4	4-8	8-16	>16	
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI).		<15	15-25	25-50	>50
Fertilidad (F)	< 3.6	3.6 – 5.1	5.2 - 6.7	6.8 – 8.4	> 8.4
Saturaciones					
Saturación de bases (S.B.), en %		<35	35-50	>50	
Saturación de Acidez Intercambiable (S.A.I.), en %.		<15	15-30	30-60	>60
Saturación de calcio (SCa), en %.		<30	30-50	>50	
Saturación de magnesio (SMg), en %.		<15	15-25	>25	
Saturación de potasio (SK), en %.		<20	20-30	>30	
Saturación de sodio (SNa), en %.		<5	5-15	>15	
Relaciones					
Ca/Mg.	<0.8 invertida 0.8-1.2	1.2-2.5	2.5-3.5	3.5-10	>10
Mg/K.		<1	3-18	>18	
Ca/K.		<6	6-30	>30	
(Ca+Mg)/K.		<10	10-40	>40	
Otros nutrientes					
Nitrógeno (N), en meq /100g de suelo.		< 3	3 – 6	> 6	
Boro (B), en ppm.		< 0.30	0.30 – 0.50	> 0.50	
Aluminio (Al), en ppm.		No Disponible	No Disponible	No Disponible	
Hierro (Fe), en ppm.		< 10	10 – 20	> 20	
Manganeso (Mn), en ppm.		< 5	5 – 10	> 10	
Cobre (Cu), en ppm.		< 2	2 – 4	> 4	
Zinc (Zn), en ppm.		< 3	3 – 6	> 6	

Fuente: IGAC, 2006; ANALAB, 2010 y CENGICAÑA, 2011.

3.1.2 Análisis físicos

Los análisis físicos realizados se consideraron de 2 tipos: el paquete básico que comprendió el análisis de i). Retención de humedad a tensiones de 10 kPa, 33 kPa, 50kPa, 100 kPa, 300 kPa y 1,500 kPa; ii). Densidades aparente y real; iii). Granulometría por pipeta y Bouyoucos (7 fracciones) y coeficientes de extensión lineal –COEL-; y el paquete parcial que incluyó: i). Humedad de campo a tensiones de 33 kPa y 1,500 kPa; ii). Densidades aparente y real, y granulometría por pipeta y Bouyoucos (7 fracciones).

A los suelos muestreados en pendientes menores al 12% se les realizaron los análisis del paquete básico y el paquete parcial. Los parámetros de humedad de campo, densidad aparente, densidad real, saturación y retención de humedad, se realizaron para los horizontes contemplados entre la superficie del suelo y los 60 cm de profundidad; en tanto que granulometría por el método de la pipeta en 7 fracciones, se solicitó para las profundidades de 0 a 130 cm.

El resumen de las propiedades físicas analizadas y los métodos utilizados se presentan a continuación en el Cuadro A-18.

Cuadro A-18. Principales propiedades físicas analizadas y técnicas aplicadas para su caracterización

Propiedad		Método de determinación
Textura		Métodos de laboratorio: pipeta y Bouyoucos; Método de campo: organoléptico o al tacto
Densidad aparente, en g/cc.		Método del cilindro
Densidad real, en g/cc.		Método del picnómetro
Contenido de humedad, en % (saturación, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 3 y 15 kPa)		Método de olla y platos de tensión
Coeficiente de extensión lineal – COEL		Método estándar
Límites de consistencia	Límite plástico	Cilindros o rollitos de suelos
	Límite líquido	Cazuela de Casagrande
	Índice de plasticidad	Diferencia entre límite líquido y límite plástico

Fuente: IGAC, 2006.

Los análisis de densidad aparente y real, se realizaron con el objeto de determinar porosidad del suelo, propiedad que, junto con la textura, permite realizar cálculos útiles para actividades como el riego y la mecanización de los suelos.

A continuación se describen las propiedades físicas, el método de análisis de laboratorio utilizado y los cuadros de interpretación para los datos.

3.1.2.1 Textura

La textura determina la proporción de tres tamaños de partículas de suelo: arena (las más grandes), limo (partículas de tamaño medio) y arcilla (las más finas); se determina por medio del triángulo textural mostrado en la Figura A-29. El tamaño de las partículas incide directamente en las características químicas, en la capacidad de retención de humedad y en la aireación del suelo.

El método utilizado para realizar el análisis granulométrico fue el "método de la pipeta", con base en los métodos analíticos de laboratorio de suelos (IGAC, 2006), la determinación de la distribución de las partículas se hace por tamizado de la fracción gruesa del suelo y por un proceso de sedimentación en agua (pipeta) en presencia de substancias dispersantes en la fracción fina, esto se denomina análisis granulométrico completo o método de la Pipeta. También fue utilizado, en algunos casos, el método de Bouyoucos, principalmente para los suelos Andisoles y para suelos con intergradaciones ándicas.

Debido a los problemas para dispersar que normalmente se presenta en Andisoles y en los intergrados ándicos de otros órdenes de suelos, en la descripción morfológica de los perfiles, se relaciona, tanto las texturas de los resultados de análisis de laboratorio, como la estimada en campo por el método "organoléptico o al tacto", por esta razón se decidió utilizar la textura organoléptica o al tacto en los Andisoles y en los suelos con intergradaciones ándicas (Andic y Vitrandic), para 53 perfiles (19.1%) y textura por pipeta o Bouyoucos para los suelos que no cumplen con estos requisitos, 225 perfiles (80.9%), esto especialmente para interpretaciones y aplicaciones en todos los suelos del departamento de Guatemala.

La baja dispersión también afecta el establecimiento de las clases de familia por actividad, dado que al disminuir los porcentajes de arcillas, incrementa la estimación de la actividad (CIC/% de arcillas).

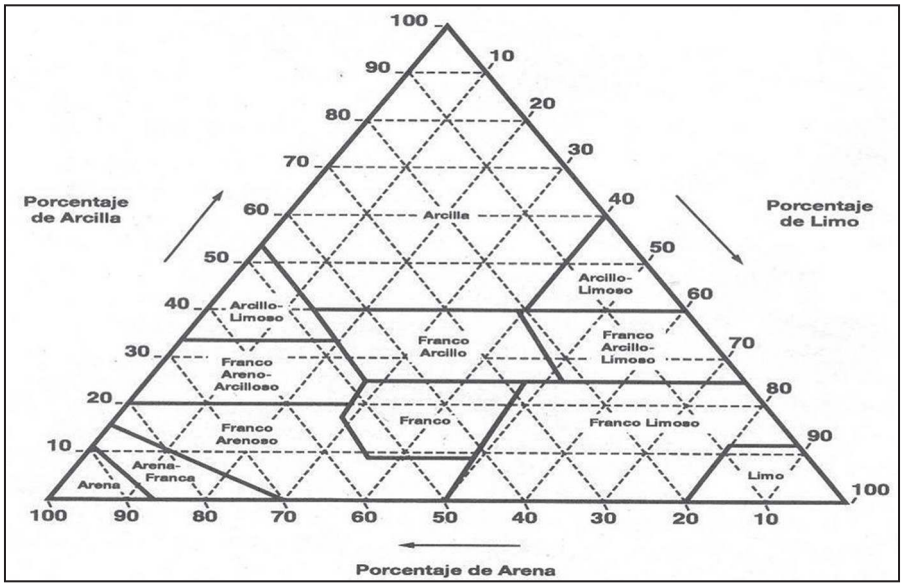


Figura A-29. Triángulo textural (Potash & Phosphate Institute, 1997)

3.1.2.2 Densidad real, específica o de partícula

La densidad es una resultante de la relación masa a volumen. La densidad real es la densidad que posee el suelo sin considerar el espacio poroso o el espacio ocupado por el agua y por el aire, es decir que es la densidad de las partículas sólidas únicamente. Esta varía de acuerdo con el tipo de materiales heredados de la roca madre y la cantidad de materia orgánica que posee un suelo. La mayoría de los suelos tienen un promedio de aproximadamente 2,65 g/cc, un valor usado como densidad estándar en los cálculos del suelo. Altas cantidades de materia orgánica reducen el valor, dado que es mucho más ligera que el material mineral (Plaster, 2000).

El procedimiento de análisis se denomina "Método del Picnómetro", mediante el que se pesa una cantidad definida de suelo, para luego llenarlo con agua, se obtiene el volumen correspondiente de suelo y conociendo la densidad del agua, la densidad real se obtiene mediante el peso del picnómetro más agua.

Los resultados se expresan en gramos sobre centímetro cúbico (g/cc).

3.1.2.3 Densidad aparente o de volumen

Es la densidad que posee un suelo teniendo en cuenta, además de las partículas del suelo, el espacio vacío o espacio ocupado por el agua y el aire. La densidad aparente se ve afectada por el contenido de materia orgánica y la influencia de la naturaleza de los coloides inorgánicos, especialmente en zonas bajo efecto de cenizas volcánicas donde los materiales alofánicos afectan el grado de desarrollo estructural alcanzado (IGAC, 1990).

El método de análisis utilizado es la toma de muestra por cilindro de volumen conocido y luego aplicando la fórmula siguiente:

$$Da = Ms/Vs$$

De donde:
Da = Densidad aparente en g/cc.
Ms = Masa del suelo en gramos.
Vs = Volumen total del suelo en centímetros cúbicos.

Los resultados se expresan en gramos sobre centímetro cúbico (g/cc).

Mediante la utilización de la densidad real y la densidad aparente, se definió la macroporosidad, la microporosidad y la porosidad total del suelo, datos que se incluye dentro del cuadro de resultados de análisis físicos en cada perfil modal e inclusiones.

3.1.2.4 Retención de humedad

La relación entre el contenido de humedad del suelo y la fuerza con que esta es retenida se describe habitualmente mediante la curva de retención de humedad. Ésta nos indica que a medida que el contenido de humedad del suelo disminuye, se requiere más energía para extraer el agua retenida.

Los métodos utilizados para cuantificar la disponibilidad de agua en el suelo son: la "olla de presión" y "los platos de presión", por medio de los cuales y mediante el uso de diferentes membranas, se determina la pérdida de humedad conforme se incrementa la presión, la cual se expresa en kPa (kiloPascales). La medición realizada entre 0.3 y 1,500 kPa, permite estimar la disponibilidad de agua entre la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente, (PMP) respectivamente. Los contenidos de humedad a diversas presiones se expresan en porcentaje (%).

Los resultados obtenidos permitieron definir la humedad aprovechable en porcentaje y se incluye dentro del cuadro de resultados de análisis físicos en cada perfil modal e inclusiones.

3.1.2.5 Aplicaciones de las propiedades físicas

Entre las aplicaciones derivadas de la determinación de las propiedades físicas se encuentran:

a) Porosidad

Se considera a la porosidad del suelo como el espacio ocupado por el agua y por el aire en el suelo. Se expresa en términos de porcentaje como porosidad total del suelo. La porosidad del suelo se obtiene indirectamente a partir de las densidades, mediante la siguiente fórmula:

Porosidad (%) = 100*(1 - Da/Dr)

De donde: Da = Densidad aparente y Dr = Densidad real

b) Permeabilidad

La permeabilidad es la facilidad con la que el aire, el agua y las raíces se mueven a través del suelo. La permeabilidad en gran parte ocurre por el porcentaje y tamaño de la porosidad del suelo; es mayor donde hay poros y texturas gruesas.

No es una propiedad del suelo analizada en laboratorio, la misma se midió en campo por medio del método del pozo invertido, en gabinete únicamente se trabajan las fórmulas indicadas y los resultados obtenidos pueden interpretarse mediante la clasificación mostrada en los Cuadros A-19 para la calificación de la infiltración:

Cuadro A-19. Clasificación de la velocidad de infiltración básica

Clasificación	Velocidad de infiltración	
	[cm·h^{-1}]	[m·día^{-1}]
Muy lenta	< 0.1	<0.03
Lenta	0.1 – 0.5	0.03 – 0.12
Moderadamente lenta	0.5 – 2.0	0.12 – 0.48
Moderada	2.0 – 6.3	0.48 – 1.51
Moderadamente rápida	6.3 – 12.7	1.51 – 3.05
Rápida	12.7 – 25.4	3.05 – 6.10
Muy rápida	>25.4	>6.10

Fuente: IGAC (1990).

3.1.2.6 Resumen de la calificación de propiedades físicas de suelos

Los resultados de los análisis físicos de laboratorio realizados a las muestras de suelos, fueron valorados de acuerdo con los parámetros de calificación que utiliza el IGAC para los estudios de suelos en Colombia, tal como se muestra en el Cuadro A-20, los cuales se han extraído del Manual de Campo para Levantamientos de Suelos y Tierras (IGAC, 2007) y Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos (IGAC, 2006).

Cuadro A-20. Calificación de algunas características físicas de los suelos, para interpretación de los análisis de laboratorio

Características	Calificación				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Retención de humedad (%)	< 10	10 – 20	20 – 30	30 – 50	> 50
Retención de humedad cm agua/ 100 cm.	< 3	3 – 6	6 – 9	9 -12	> 12
Densidad real (g/cc)		< 2.5	2.5 – 2.7	> 2.7	
Densidad aparente (g/cc)	< 1.1	1.1 – 1.3	1.3 – 1.5	1.5 -1.7	> 1.7
Porosidad total (%)		< 30	30 – 45	45 - 60	>60
Macroporosidad (%)		< 10	10 – 20	> 20	
Microporosidad (%)		< 25	25 – 50	> 50	
Diámetro ponderado medio (cm)		< 1.5	1.5 -3.0	> 3.0	
Estabilidad estructural (%)		< 60	60 – 80	> 80	

Fuente: IGAC, 2006.

3.1.3 Análisis mineralógicos

Por requerimiento de las claves taxonómicas (Soil Survey Staff - USDA, 2014), se hizo necesario realizar análisis mineralógicos a 52 muestras de 17 perfiles, tanto modales como a inclusiones de suelos. Este tipo de análisis se realizó tanto para la fracción arena como para la correspondiente a las arcillas de suelos seleccionados, las técnicas utilizadas para realizar estos análisis fueron:

El Análisis Óptico (microscopio petrográfico) para la fracción arena y la Difracción de Rayos "X" para la fracción arcilla.

3.1.3.1 Análisis Óptico (microscopio petrográfico o polarizante) para la fracción arena

En este tipo de análisis y para secciones finas de suelo, se utiliza el microscopio petrográfico, el cual es muy parecido a los microscopios utilizados para biología, pero posee una platina giratoria y otros accesorios para ver los granos de arena o las secciones finas desde diferentes ángulos.

El microscopio petrográfico está compuesto con dos lentes polarizantes, uno situado debajo de la platina denominado nicol inferior o polarizador inferior y el segundo colocado junto al tubo de ocular llamado nicol superior o analizador. El inferior generalmente tiene una dirección privilegiada N-S (perpendicular al observador) y el superior E-W (paralela al observador).

En la fracción gruesa del suelo (arena o limo grueso) se identifican los minerales primarios, los cuales corresponden a aquellos que no han sufrido cambios químicos, desde su formación inicial de la lava fundida o de otros procesos que originan rocas (Figura A-30).

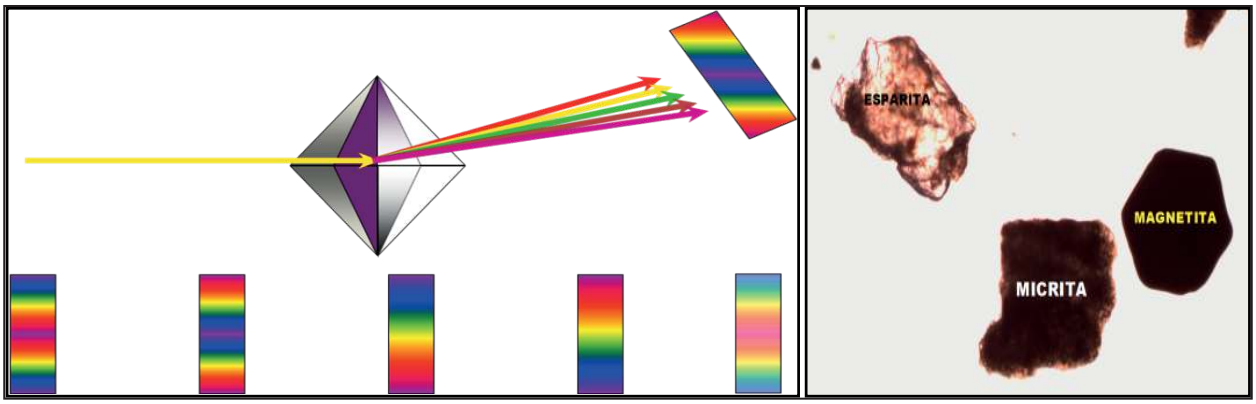
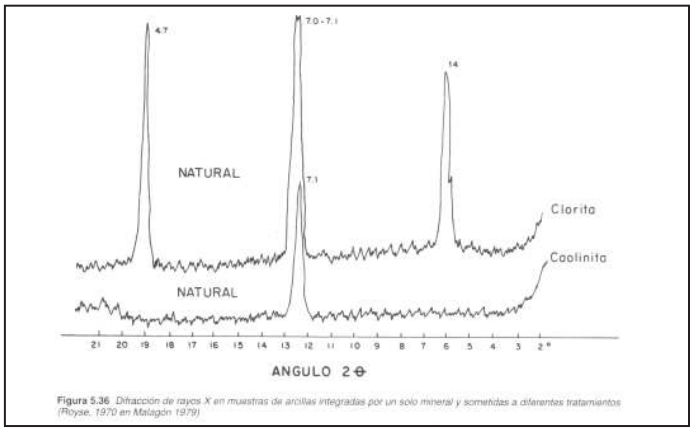


Figura A-30. Mineralogía de la fracción arena por el método de análisis óptico con microscopio petrográfico. Se colocan granos de arena sobre un portaobjetos y aceites de inmersión con índices de refracción conocidos, al hacer pasar luz por el microscopio petrográfico o polarizante se pueden identificar los minerales y establecer sus porcentajes en la muestra (Gráfico: F. Neira, 2000).

3.1.3.2 Difracción de Rayos "X" para la fracción arcilla

En este tipo de análisis se utiliza hardware y software especializados (Figura A-31).

La fracción fina de los suelos corresponde a los minerales secundarios o minerales de arcilla (Ar), estos resultan de la descomposición de los minerales primarios o de la recombinación de los productos. Son de menor tamaño, del orden de las arcillas, por eso se les llama también minerales de arcilla.



A-31. Ejemplos de "difractogramas" de las arcillas clorita y caolinita, determinados a través de los picos de difracción (Fuente: IGAC, 1995)

La ocurrencia de los diferentes minerales para las fracciones arena y arcilla, se evaluó con las convenciones mostradas en el Cuadro A-21.

Cuadro A-21. Convenciones utilizadas

Convenciones			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

3.1.4 Análisis micromorfológicos

Se realiza en secciones delgadas los análisis micromorfológicos y se solicitaron para todos los horizontes, identificados con procesos iluviales o de acumulación de arcillas u horizontes argílicos (Bt).

Una vez identificados los horizontes argílicos, se toma un bloque de aproximadamente 15 x 10 x 15 cm, se orienta haciendo una pequeña incisión en la estructura de suelo, indicando la parte superior o más cerca a la superficie del suelo, luego se protege con papel aluminio, se orienta con una flecha y se empaca en una caja de cartón indicando de igual forma la parte superior de la muestra. Al interior se rellena la caja con esferas de icopor o duropor para protección y evitar que la muestra se disturbe, para luego ser enviada al laboratorio del IGAC (Figura A-32).



Figura A-32. Muestra orientada para realizar sección delgada y análisis micromorfológico en horizontes argílicos (Foto W. González, 2015)

En el estudio de la morfología del suelo, se necesita de la ayuda de instrumentos ópticos para interpretarla, las herramientas utilizadas son las lupas, microscopio de luz y microscopio electrónico, este último el más importante y con la ayuda de un software facilita su despliegue en una pantalla para un mejor análisis.

Se utiliza esta técnica para ayudar a comprender la génesis del suelo (Figura A-33). La identificación de argilanes iluviales forma parte de los criterios utilizados para la identificación de horizontes argílicos (Soil Survey Staff, 2014).

También sirve para identificar superficies de deslizamientos en suelos que se auto-mezclan, como vertisoles y los subgrupos vérticos. Sin embargo estas ayudas no son suficientes, si el edafólogo no ha descrito completamente el perfil de suelo e identificado con mucho nivel de detalle todas las características y rasgos o huellas dejadas por los procesos generales y específicos formadores de suelos.

Se pueden identificar microestructuras como vacíos de empaque, cavidades, vesículas, cámaras, canales, cutanes, cámara de cután, cután de canal, cutanes de esqueleto, argilanes, cutanes de tensión, edafotúbulos, nódulos, concreciones, pápulas, siendo estas últimas las más importantes.

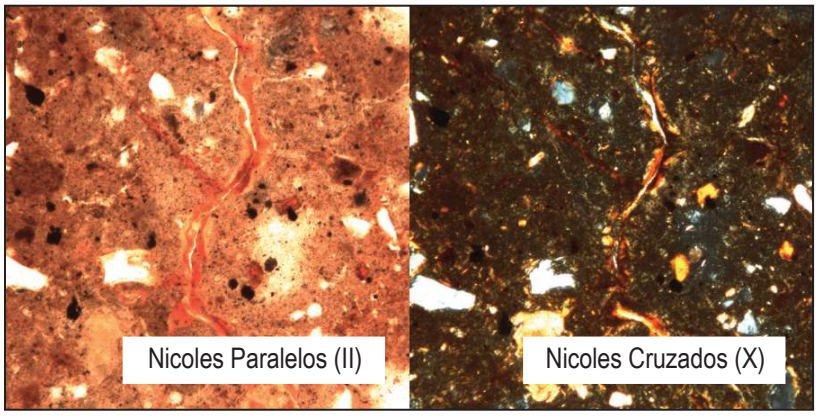


Figura A-33. Sección fina del perfil 011110, horizonte Bt1: 21-57 cm; NII y NX 10 x 10 (Fotografías: IGAC, 2014)

3.1.5 Análisis para identificación de duripanes o talpetates

Para hacer la identificación de los Duripanes, se tomó una muestra del horizonte en estudio, al cual se le realizó pruebas químicas y físicas sencillas (Figura A-34), con el fin de descartar o confirmar capas endurecidas, algunas de estas pruebas se mencionan a continuación:

- Se selecciona un terrón o "ped" de suelo del tamaño de una empuñadura.
- El terrón o muestra seleccionada debe estar libre de raíces, si en ella hay presencia de estas, se descarta de antemano que sea un duripán.
- La muestra se coloca dentro de un recipiente y se le cubre completamente con agua destilada por 24 horas.
- Si al cabo de 24 horas la muestra se desintegra en más del 50%, se descarta como duripán y se interpreta como fragipán.
- Si al cabo de 24 horas la muestra no se desintegra en más del 50%, se continúa con el paso siguiente.
- Se toma una nueva muestra del mismo suelo seco, pero diferente a la muestra que no se desintegró con agua destilada y se agrega hidróxido de potasio (KOH, 2 normal) o hidróxido de sodio (NaOH) por un tiempo de 4 horas, agitando ligeramente sin ejercer fuerza directamente sobre el "ped"; pero si la muestra permanece sin desintegrarse, se continúa con el paso siguiente.
- Se toma una nueva muestra del mismo suelo seco, pero diferente a la que no se desintegró con hidróxido de potasio y se le agrega ácido clorhídrico (HCl, 1 normal), por un período de 4 horas, agitando ligeramente sin ejercer fuerza directamente sobre el "ped"; si la muestra continúa sin desintegrarse, se confirma como un duripán.
- A algunas de las muestras confirmadas como capas endurecidas, se les toma muestras orientadas para secciones finas y continuar con los análisis requeridos.

Análisis adicionales mineralógicos y micromorfológicos, permiten estudiar más a fondo su origen, génesis y evolución.



Figura A-34. En la fotografía se muestra la prueba realizada a un duripan (Foto: W. González, 2014)

3.1.6 Preparación de monolitos

Los pasos para preparar las columnas de suelos (Figura A-35) recolectadas en el departamento de Guatemala, para procesarlos y transformarlas en un monolito de suelo son los siguientes:

a). Se nivela la cara expuesta de la columna con la ayuda de una espátula grande, de tal forma que la superficie quede completamente plana, tal como se muestra en la fotografía.

b). Sobre la superficie expuesta y utilizando una malla de aluminio de 30 x 15 cm, con el punzón de 0.2 cm de diámetro se perforan orificios de 1 a 2 cm de profundidad y 1 cm de distancia en red rígida. En suelos de texturas arenosas se puedo espaciar a más de 1 cm la apertura de los orificios, ya que el predominio de macroporos en el suelo, permite mayor permeabilidad a la solución impregnante.

c). Se aplican tres capas de mezcla impregnante (cola blanca y agua), sobre la superficie tratada en concentración ascendente: primero una parte de cola blanca con tres de agua y después, 1:2 y 1:1, como se muestra en la fotografía. Entre cada aplicación de la mezcla impregnante se debe esperar para que la misma penetrara sin secar; solo hasta después de la última capa de mezcla aplicada (relación 1:1), se deja secar la superficie durante aproximadamente 8 a 12 horas.

d). Al haberse secado la mezcla, sobre la superficie de la columna de suelo, se debe aplicar una capa de cola blanca para madera, sin diluir y sobre esta se coloca, de manera uniforme una tela de gaza del tamaño de la columna.

e). Una vez la tela de gasa se haya secado, se le aplica una capa de cola blanca para madera, sin diluir, e inmediatamente sobre ésta se coloca una tabla de madera de buena calidad con las siguientes dimensiones: 1.35 m x 0.24 m x 0.25 m. Esta se fija rígidamente a la columna de suelo (aún soportada en su parte inferior por la caja de madera) con la ayuda de 6 a 8 prensas de hierro distribuidas uniformemente a lo largo de la tabla, como se muestra en la fotografía, y se deja secar a temperatura ambiente por un lapso de tiempo de una semana.



Figura A-35. En las fotografías de muestra una secuencia del proceso de elaboración de un monolito en las instalaciones de la DIGEGR-MAGA (Fotos: W. González, 2011)

f). Transcurrido el lapso indicado, se revisa que la tabla esté debidamente pegada, luego se retiran las prensas y la caja, con lo que posteriormente y con la ayuda de un cuchillo, una espátula y una aspiradora industrial, se retira cuidadosamente el suelo sobrante hasta dejar la columna de un espesor aproximado entre 2 y 4 cm., tal como se muestra en la foto. Una vez desbastado, el monolito se deja secar a temperatura ambiente por una semana más.

g). Al estar completamente seca la columna desbastada, se aplica entre 1 y 2 capas de laca mate (sin brillo) para madera, diluida con thinner en relación 1:5, y se deja secar a temperatura ambiente. Esta impregnación no genera sobre el monolito ningún tipo de brillantez y produce una apariencia natural, posterior a lo cual el monolito está preparado para montarlo en la caja de exhibición correspondiente. En la fotografía se observan 1 monolito listo para su montaje final, al cual se le debe anexar la identificación de la calicata que dio origen al monolito de suelo.

4. SEGUNDA ETAPA DE TRABAJO DE GABINETE

En esta etapa los edafólogos conjuntamente con el personal técnico de la DIGEGR, enviaron las muestras a los laboratorios de suelos tal y como se explicó en la parte anterior y se realizaron las actividades necesarias para obtener el mapa preliminar de suelos con su leyenda y al llegar los resultados de laboratorio, se confirmó o ajustó la clasificación taxonómica en cada unidad cartográfica, con esos datos de laboratorio se pudo finalizar el mapa de suelos con su leyenda respectiva. Asimismo, se elaboró el informe técnico final. Las actividades realizadas se describen a continuación.

4.1 Generación del mapa preliminar de suelos con datos de campo

El mapa preliminar de suelos con datos de campo, se generó con base en la capa de unidades geomorfológicas y al análisis de la información de campo proveniente de las cajuelas, barrenajes y calicatas. A continuación se describe el proceso para generar las capas en formato SIG y la vinculación de datos.

4.1.1 Confección de la base de datos de calicatas y generación de mapa en formato SIG

La información de campo de las boletas de cajuelas y calicatas fue trasladada al SQL Server® para luego exportarla a hojas electrónicas, la que permitió generar las capas de puntos de cajuelas y calicatas por medio de las coordenadas planas (x, y) con todas sus características, según se observa en la Figura A-36.

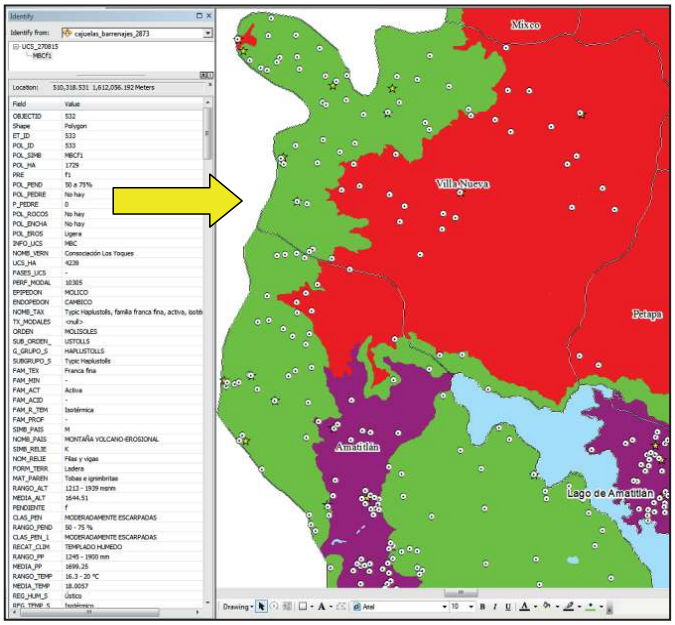


Figura A-36. Ubicación de cajuelas y calicatas con la vinculación de la información de campo

4.1.2 Delineación de las unidades cartográficas de suelos y elaboración de la leyenda preliminar de suelos

La localización geográfica de la información facilitó la construcción de escenarios de análisis que sirvieron de apoyo a los resultados trabajados en hojas electrónicas por los edafólogos. Estos analizaron la información presentada en SIG y trazaron las líneas de suelos que formaron el mapa preliminar con la clasificación taxonómica de campo. En la Figura A-37 se observa el mapa preliminar de suelos y los atributos de la tabla de datos.

En el Cuadro A-22 se muestra un fragmento de la leyenda preliminar de suelos, que acompaña, al también mapa preliminar de suelos. En la leyenda se indica el nombre de las unidades cartográficas formadas, su clasificación taxonómica preliminar, el perfil modal y su porcentaje de predominancia respecto a las inclusiones y la superficie de la unidad de suelos en hectáreas

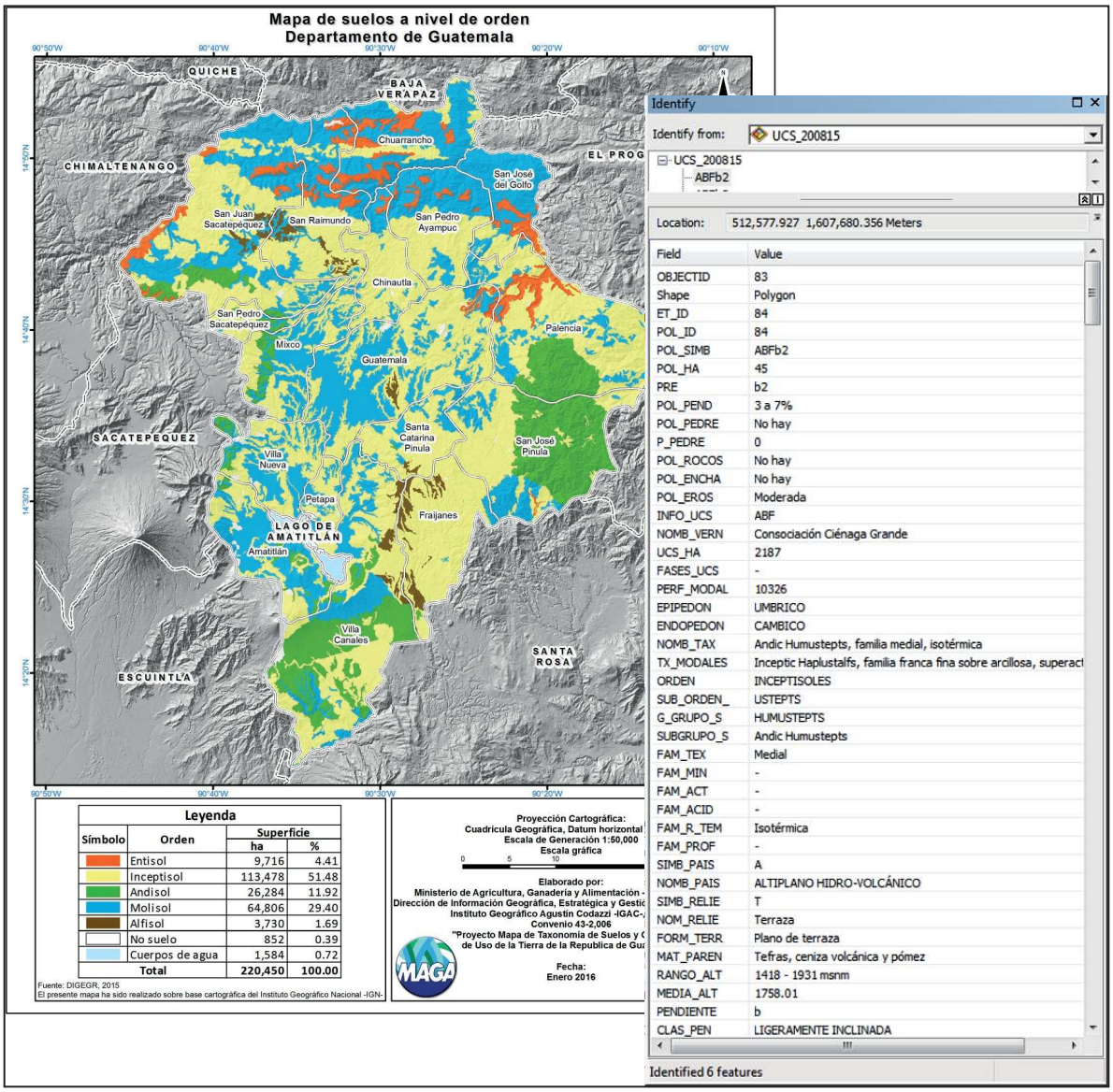


Figura A-37. Mapa preliminar de suelos con datos de campo, departamento de Guatemala

Cuadro A-22. Fragmento de la leyenda preliminar del mapa de suelos

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relive	Formas del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades caertigráficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (Ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
PLANICIE FLUVIO - LACUSTRE (F)	TEMPLADO SUBHUMEDO (Q)	Abanico aluvial	Cuerpo de abanico	Tefras, pómez y lodos	Suelos moderadamente superficiales, drenaje natural moderado, texturas moderadamente gruesas, pH neutro a moderadamente alcalino, materia orgánica media a baja, fertilidad natural alta.	Consociación Amatitlán	FQA	FQAb1	1,388	Pachic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica	011403 (Modal)	80
										Typic Ustifluvents, familia esquelética arenosa sobre franca, superactiva, isotérmica	011411 (Inclusión)	20
	SEMICÁLIDO SUBHUMEDO (P)	Abanico aluvial	Cuerpo de abanico	Tefras, pómez y lodos	Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica alta a baja, fertilidad natural alta.	Consociación Los Laureles	FPA	FPAa1	569	Typic Humustepts, familia franca fina sobre arenosa, mezclada, superactiva, isohipertérmica	011633 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, superactiva, isohipertérmica	011636 (Inclusión)	20
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH neutro, materia orgánica media a baja, fertilidad natural alta.	Consociación Brisas del Valle	FPB	FPBa1 FPBb1	842	Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica	011627 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia franca gruesa, mezclada, superactiva, isohipertérmica	011618 (Inclusión)	20
					Suelos profundos, drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas, pH ligeramente ácido a neutro, materia orgánica media a baja, fertilidad natural alta.	Consociación Santa Teresa	FPC	FPCb1	217	Fluventic Haplustolls, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica	011640 (Modal)	80
										Typic Humustepts, familia franca fina, superactiva, isohipertérmica	011610 (Inclusión)	20

4.2 Obtención del mapa final de suelos y mapas de aplicaciones

El mapa final de suelos se elaboró finalmente al recibirse los datos de los laboratorios, lo que permitió asignar a cada unidad cartográfica su clasificación definitiva; también se adjuntaron a la versión final las observaciones que realizaron los profesionales del IGAC desde Colombia. A continuación se describe el proceso para la elaboración del mapa final de suelos.

4.2.1 Recepción de datos de laboratorio, para realizar la clasificación final de los suelos

Los 266 resultados de laboratorio provenientes de las calicatas fueron entregados a la DIGEGR en hojas electrónicas, fueron procesados y transformados en tablas de fácil lectura; asimismo, se interpretaron los resultados utilizando los valores de las variables mostradas en los cuadros ya comentados en el capítulo anterior. En el Cuadro A-23 se muestra una serie de tablas que pertenecen a una unidad cartográfica y a un perfil modal.

Cuadro A-23. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 010316

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio (Bouyoucus)	Campo (Tacto)	%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	56.31	27.80	15.89	FA	FAr	10.00	6.8	4.08	7.76				1.12	6.83	Alta
20-45	66.29	23.87	9.84	FA	FAr	10.00	6.7	2.37	4.50				0.13		
45-65	60.48	27.73	11.79	FA	ArL	40.00	7.0	0.64	1.21				0.04		
65-130	52.32	30.51	17.17	F	Ar	40.00	6.9	1.30	2.47				0.23		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g										Saturaciones %			
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	26.77	11.18	15.59	11.16	8.51	2.41	0.10	0.14	0.02	31.79	9.00	0.37	0.52	0.2
20-45	21.08	10.85	10.23	10.83	8.56	2.03	0.10	0.14	0.02	40.61	9.63	0.47	0.66	0.2
45-65	11.39	5.70	5.69	5.68	4.25	1.16	0.10	0.17	0.02	37.31	10.18	0.88	1.49	0.4
65-130	9.68	5.80	3.88	5.77	3.87	1.59	0.10	0.21	0.03	39.98	16.43	1.03	2.17	0.5

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melanico %
cm	S.B.	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	41.69	0.82	2.86	43.50	6.66	23.90	0.37	0.42		
20-45	51.38	1.24	0.95	81.00	7.95	22.80	0.38	0.44		
45-65	49.87	1.10	0.54	30.50	10.90	18.40				
65-130	59.61	0.27	0.46	10.40	11.20					

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); S.B.% = Porcentaje Saturación de Bases. * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimado en campo, ** (-) = No presente, *** = Fertilidad natural. Análisis Químicos Laboratorios CENGICAÑA y ANALAB, y Físicos Laboratorio ENCA.

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %							Porosidades %		
cm	Aparente	Real	Satur.	10 kPa	33 kPa	50 kPa	100 kPa	300 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-20	0.81	1.97	50.21	35.51	34.55	27.47	25.02	20.00	17.14	18.37	40.52	58.88
20-45	0.80	1.85	48.03	37.86	30.10	25.31	18.66	17.36	13.78	21.19	35.57	56.76
45-65	1.25	1.88	42.00	37.17	29.15	27.44	23.21	12.22	9.51	10.25	23.26	33.51

Profundidad	Humedad gravimetrica	Humedad aprovechable	Límites de consistencia			
cm	%	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad	
0-20	31.77	17.41				
20-45	24.02	16.32				
45-65	16.7	19.64				

Estos cuadros fueron analizados por los edafólogos para verificar y efectuar los ajustes a la clasificación preliminar y a la leyenda de suelos. Con la finalidad de proporcionar al usuario de sistemas de información geográfica una información completa del estudio de suelos, los cuadros en mención fueron transformados para anexarlos a la capa de las unidades cartográficas de suelos -UCS- como parte de los atributos del shapefile. En la Figura A-38 se observa el mapa de suelos, el ejemplo del contenido de la información proveniente de los resultados de laboratorio y la leyenda de suelos, la cual, está anexada a las delineaciones de las UCS.

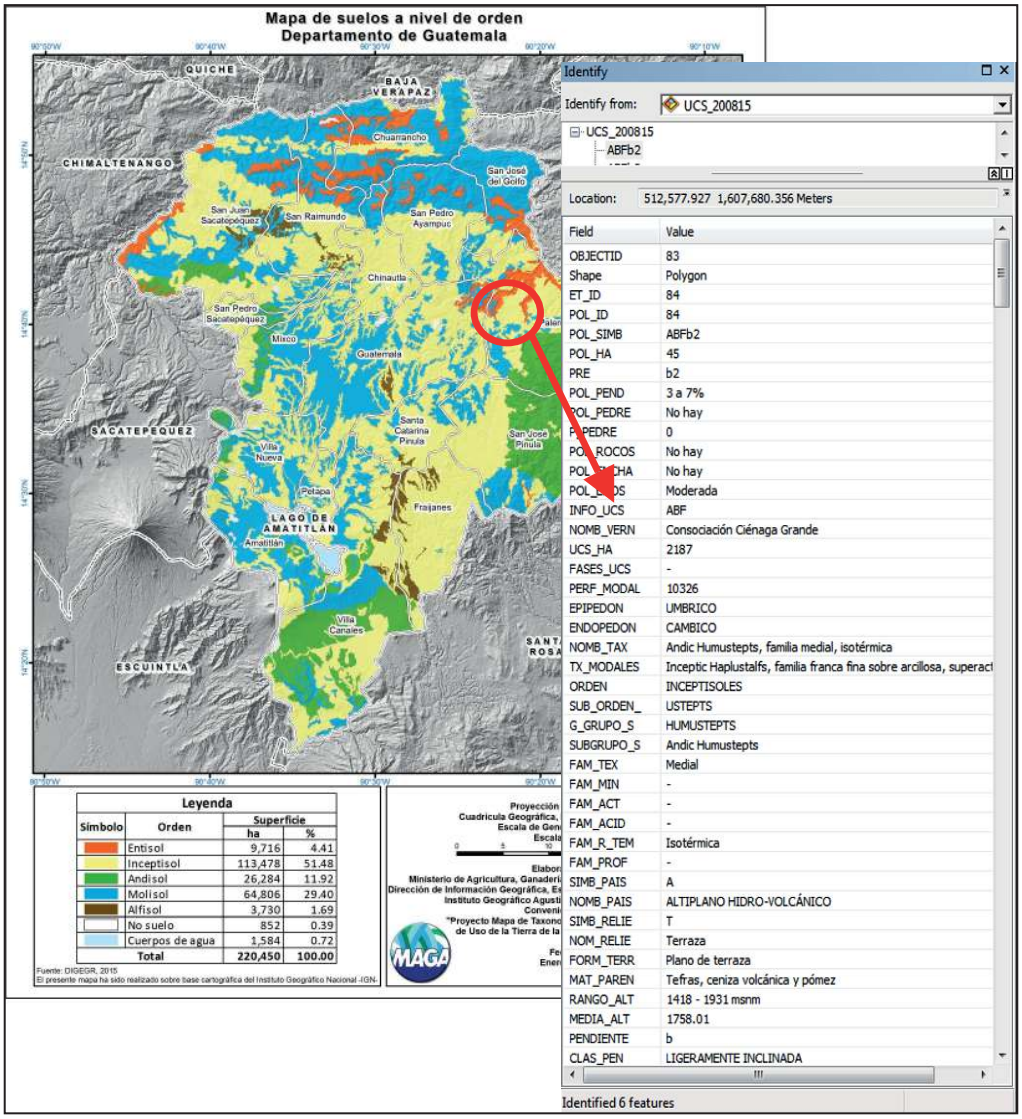


Figura A-38. Mapa de suelos con información de laboratorios y leyenda anexada

4.2.2 Obtención del mapa final de suelos y su leyenda respectiva

El mapa resultante y la leyenda de suelos correspondiente, ajustados con los resultados de laboratorio, fueron trasladados a Colombia y entregados a los técnicos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi para ser sometidos a una revisión final. Al recibirse las observaciones del IGAC, éstas se incorporaron a la leyenda y al mapa respectivo; éste se constituyó en el mapa final de suelos del departamento de Guatemala conjuntamente con su respectiva leyenda. Ver Figura A-39.

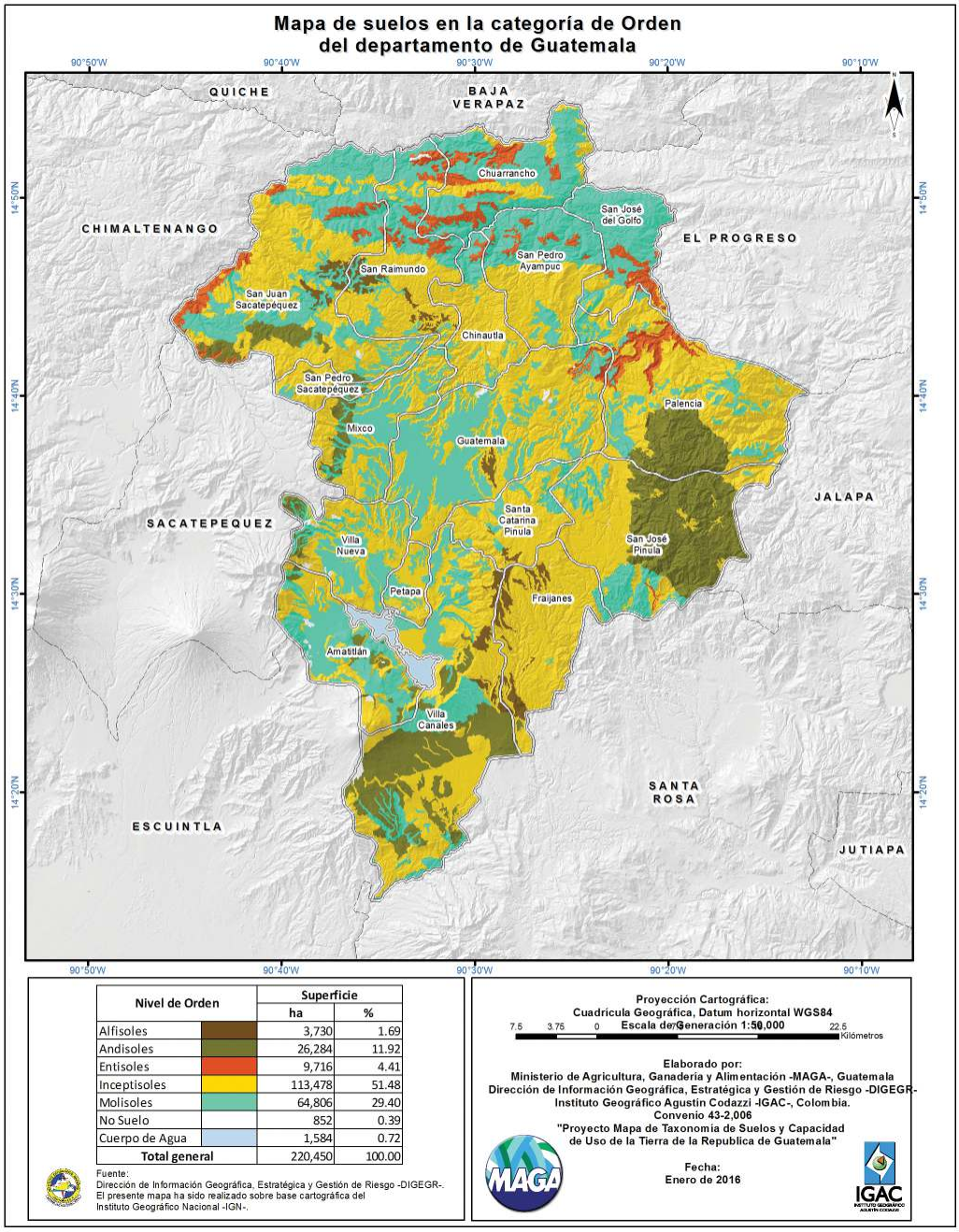


Figura A-39. Mapa de suelos a nivel de Orden, departamento de Guatemala

4.2.3 Elaboración de los mapas de clasificación de tierras por su capacidad de uso, zonificación física y otras aplicaciones

Al tener el mapa base (mapa final de suelos y su leyenda), se confeccionaron los mapas de clasificación de tierras por su capacidad de uso y zonificación de tierras. Ambos fueron obtenidos según las metodologías propuestas por el IGAC (Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso, 2014 y Zonificación de Tierras, 2009), en los cuales se utiliza como base para los análisis cada una de las fases que constituyen las unidades cartográficas de suelos.

4.2.3.1 Elaboración del mapa de clasificación de tierras por su capacidad de uso

El mapa de capacidad de uso se realizó extrayendo, de la base de datos de la capa de suelos, las variables siguientes: pendiente (p); degradación (e) erosión, movimientos en masa; humedad (h), drenaje natural (pobre, muy pobre o imperfecto), inundaciones (frecuencia, duración), encharcamientos (frecuencia, duración); suelo (s) profundidad efectiva, clase por tamaño de partículas, fragmentos en el suelo por volumen, pedregosidad superficial, afloramientos rocosos y fertilidad natural; clima (c) pisos térmicos y régimen de humedad del suelo (Cuadros A-24 al A-38).

De acuerdo con la Metodología para la Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso del IGAC, 2014, las unidades de calificación de la capacidad de uso de la tierra tienen como categorías: Clase, Subclase y Grupos de Manejo. Para asignar la clase y subclase para cada una de las delineaciones se utilizaron 15 tablas, las que fueron revisadas y adaptadas para la República de Guatemala.

A continuación se muestran los cuadros para calificar la clase de capacidad de uso de las tierras:

Cuadro A-24. Clases de pendientes

Rango (%)	Símbolo	Forma	Clase agrológica	
0 – 3	a	Ligeramente plana	1	I
0 – 7	a, b	a y ligeramente inclinada	2	II
0 – 12	a, b, c	a, b y moderadamente inclinada	3	III
0 – 25	a, b, c, d	a, b, c y fuertemente inclinada	4	IV
0 – 7	a, b	a y ligeramente inclinada	5	V
25 - 50	e	Ligeramente escarpada	6	VI
50 - 75	f	Moderadamente escarpada	7	VII
Cualquiera	g	a, b, c, d, e, f y Fuertemente escarpada	8	VIII

Cuadro A-25. Clases por grado de erosión

Grado	Clase agrológica	
No hay	1	I
No hay; ligero	2	II
No hay; ligero	3	III
No hay; ligero; moderado	4	IV
No hay; ligero	5	V
No hay; ligero; moderado	6	VI
No hay; ligero; moderado; severo	7	VII
Cualquiera; muy severo	8	VIII

Cuadro A-26. Clases por grado de frecuencia de movimientos en masa

Frecuencia	Clase agrológica	
No hay	1	I
No hay	2	II
No hay; muy poca (<5%)	3	III
No hay; muy poca; poca (5-25%)	4	IV
No hay; muy poca (<5%)	5	V
No hay; muy poca; poca, frecuente (25-50%)	6	VI
No hay; muy poca; poca, frecuente; abundante (50-75%)	7	VII
Cualquiera	8	VIII

Cuadro. A-27. Clase de drenaje natural*

Clase	Clase agrológica	
Bien drenado	1	I
Bien drenado; moderado	2	II
Bien drenado; moderado; imperfecto	3	III
Mod. excesivo; bien drenado; moderado; imperfectamente drenado, pobremente drenado	4	IV
Cualquiera; generalmente muy pobre	5	V
Cualquiera (excesivo a muy pobre)	6	VI
Cualquiera	7	VII
Cualquiera	8	VIII

*** Nota: para los casos en que el drenaje natural es: pobre, muy pobre o imperfecto, se utiliza la subclase (h), la cual indica los excesos de humedad, cuando hay deficiencias de la misma no se usa, ya que este se relaciona con las pendientes y con la granulometría del suelo.**

Cuadro A-28. Clases por inundaciones

Tipo / duración	Clase agrológica	
No presentan	1	I
No se presentan; raras; extremadamente cortas o muy cortas	2	II
No se presentan; raras; ocasionales; extremadamente cortas; muy cortas o cortas	3	III
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; extremadamente cortas; muy cortas; cortas o largas	4	IV
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; muy frecuentes; extremadamente cortas; muy cortas; cortas; largas o muy largas	5	V
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; muy cortas; cortas; largas o muy largas	6	VI
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; muy cortas; cortas; largas o muy largas	7	VII
Cualquier frecuencia y duración	8	VIII

Criterios de interpretación:

Rara: Una (1) cada 10 o más años.
Ocasional: Una (1) cada 2 a 5 años.
Frecuente: Una (1) a dos (2) por año.
Muy frecuente: Más de (2) por año.

Cuadro A-29. Clases por encharcamientos

Tipo / duración	Clase agrológica	
No hay	1	I
No se presentan; raros; extremadamente cortos o muy cortos	2	II
No se presentan; raros; ocasionales; extremadamente cortos; muy cortos o cortos	3	III
No se presentan; raros; ocasionales; frecuentes; extremadamente cortos; muy cortos; cortos o largos	4	IV
No se presentan; raros; ocasionales; frecuentes; muy frecuentes; extremadamente cortos; muy cortos; cortos; largos o muy largos	5	V
No se presentan; raros; ocasionales; frecuentes; muy cortos; cortos; largos o muy largos	6	VI
No se presentan; raros; ocasionales; frecuentes; muy cortos; cortos; largos o muy largos (1 a 2 por año)	7	VII
Cualquier frecuencia y duración	8	VIII

Criterios de interpretación:

Raro: Una (1) cada 10 o más años.
Ocasional: Una (1) cada 2 a 5 años.
Frecuente: Una (1) a dos (2) por año.
Muy frecuente: Más de (2) por año.

Cuadro A-30. Clases por profundidad efectiva del suelo

Profundidad (cm)	Interpretación	Clase agrológica	
> 100.1	Profunda	1	I
75.1 – 100	Moderadamente profunda	2	II
50.1 – 75	Moderadamente superficial	3	III
25 – 50	Superficial	4	IV
Cualquiera	-	5	V
< 25	Muy superficial	6	VI
Cualquiera	-	7	VII
Cualquiera	-	8	VIII

Cuadro A-31. Clase por tamaño de partículas (CTP) y sus sustitutos

Familia textural	Grupos texturales	Clases fuertemente contrastadas (sin considerar fragmentos gruesos) *	Clase agrológica	
Francosa fina	Moderadamente finos	• Francosa fina (medial)	1	I
Francosa fina Limosa fina Tex. contrastadas	Moderadamente finos	• Medial sobre francosa (51)	2	II

Familia textural	Grupos texturales	Clases fuertemente contrastadas (sin considerar fragmentos gruesos) *	Clase agrológica	
Francosa fina Limosa fina Francosa gruesa Limosa gruesa Fina Tex. contrastadas	Moderadamente finos Medios Moderadamente gruesos Finos	• Francosa gruesa (medial) • Francosa - gruesa sobre arcillosa (20) • Limosa - gruesa sobre arcillosa (23) • Francosa - fina sobre arcillosa (25) • Francosa - gruesa sobre arenosa (22) • Francosa - fina sobre arenosa (27) • Limosa - fina sobre arcillosa (28) • Francosa sobre ceniza (37) • Francosa sobre arenosa (38) • Medial sobre ceniza (44) • Medial sobre arcillosa (47) • Medial sobre arenosa (53) • Arenosa sobre francosa (63)	3	III
Francosa fina Limosa fina Francosa gruesa Limosa gruesa Fina Muy fina Tex. contrastadas	Finos Poco permeables Moderadamente finos Medios Moderadamente gruesos	• Arcillosa sobre arenosa (18) • Limosa - fina sobre arenosa (30) • Arenosa sobre arcillosa (62) • Ceniza sobre esquelética - arenosa (8)	4	IV
Francosa fina Limosa fina Francosa gruesa Limosa gruesa Fina Tex. contrastadas	Finos Poco permeables Moderadamente finos Medios Moderadamente gruesos	-	5	V
Arenosa Francosa fina Limosa fina Francosa gruesa Limosa gruesa Fina Muy fina Tex. contrastadas	Cualquiera	Esqueléticas (depende del volumen en % y de la profundidad a la que se encuentren los fragmentos gruesos)	6	VI
Cualquiera	-	Fragmentales	7	VII
Cualquiera	-	Cualquiera	8	VIII

***Según Clases de Tamaño de Partícula Fuertemente Contrastantes (Soil Survey Staff, 2014). Claves para la taxonomía de suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales. USDA, Décima Edición, pág. 300 – 301). Las esqueléticas cuando aparecen contrastadas debajo de no esqueléticas se incluyen en la clase 4.**

Cuadro A- 32. Clases por fragmentos en el suelo

% por volumen	Interpretación	Clase agrológica	
< 3.0	-	1	I
< 3.0	-	2	II
3.1 – 15	Pocos	3	III
15.1 – 35	Frecuentes	4	IV
3.1 – 35	Pocos y frecuentes	5	V
35.1 – 60	Abundantes	6	VI
>60	Extremadamente abundantes Fragmentoso	7	VII
Cualquiera	-	8	VIII

Cuadro A-33. Pedregosidad superficial

% de área afectada	Interpretación	Clase agrológica	
< 0.1	No hay	1	I
< 0.1	No hay	2	II
< 3	Poca	3	III
3.1 – 15	Mediana	4	IV
15.1 – 50	Abundante	5	V
15.1 – 50	Abundante	6	VI
51 – 90	Muy abundante	7	VII
Cualquiera	-	8	VIII

Cuadro A-34. Afloramientos rocosos (rocosidad)

% de área afectada	Interpretación	Clase agrológica	
< 0.1	No hay	1	I
0.1 – 2	Esporádica	2	II
2.1 – 10	Poca	3	III
10.1 – 25	Media	4	IV
< 10	Poca y media	5	V
25.1 – 50	Abundante	6	VI
50.1 – 90	Muy abundante	7	VII
> 25	Abundante, muy abundante y **misceláneo**	8	VIII

Cuadro A-35. Clases por grado de la fertilidad natural

Apreciación y valor	Clase agrológica	
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.3 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2	1	I
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.3 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2	2	II
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.3 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2 Baja: 5.1 – 3.6	3	III

Apreciación y valor	Clase agrológica	
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.3 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2 Baja: 5.1 – 3.6 Muy baja: < 3.6	4	IV
Cualquiera	5	V
Cualquiera	6	VI
Cualquiera	7	VII
Cualquiera	8	VIII

Cuadro A-36. Distribución de las lluvias (agua aprovechable por las plantas)

Criterio	Clase agrológica	
1	1	I
1, 2	2	II
1, 2, 3*	3	III
1, 2, 3, 4	4	IV
1, 2, 3, 4, 5	5	V
1, 2, 3, 4, 5, 6	6	VI
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	7	VII
Cualquiera	8	VIII

*El departamento de Guatemala, cumple con el criterio No. 3, casi de forma generalizada; sólo que se ha adecuado la interpretación, para su mejor comprensión así: **"Deficientes durante el primer semestre; suficientes en el segundo, requiere de riego".**

Criterios de interpretación:

1. Suficientes durante los dos semestres; permiten cultivos continuados.
2. Suficientes durante 1 semestre; con deficiencias en el siguiente; no requiere riego.
3. Suficientes durante 1 semestre; con deficiencias en el siguiente, requiere riego.
4. Suficientes durante 1 semestre; con exceso en el siguiente.
5. Exceso durante los dos semestres; permite ciertos cultivos.
6. Deficientes durante los dos semestres; permite ciertos cultivos.
7. Exceso durante los dos semestres; no permite cultivos.
8. Deficientes durante los dos semestres; no permite cultivos.

Cuadro A-37. Clase por pisos térmicos

Piso térmico (altura en m.s.n.m.)	Clase agrológica	
Cálido (< 600) Semicálido (600 - 1,100) Templado (1,100 – 1,900) Semifrío (1,900 – 2,300) Frío (2,300 – 2,700)	1, 2, 3, 4, 5	I, II, III, IV, V
Todos los anteriores y Muy frío (2,700 a 3,300)	6	VI
Todos los anteriores y Extremadamente frío (> 3,300)	7	VII
Cualquiera	8	VIII

Cuadro A-38. Régimen de humedad del suelo (humedad edáfica)

Régimen de humedad	Clase agrológica	
Údico	1	I
Ústico	2	II
Údico, Ústico	3	III
Údico, Ústico	4	IV
Údico, Ústico, Ácuico	5	V
Údico, Ústico, Ácuico, Arídico (permite cultivos)	6	VI
Cualquiera (no permite cultivos)	7	VII
Cualquiera (no permite cultivos)	8	VIII

Con base en los cuadros anteriores se procedió a calificar cada una de las delineaciones a fin de asignar la clase y subclase por capacidad de uso. En la Figura A-40, se ejemplifica brevemente el procedimiento:

- Siguiendo la delineación No.1 (POL ID), se observa la variable y la calificación asignada.
- La clase asignada de esta delineación corresponde al número mayor encontrado (clase 4).
- Al leer de izquierda a derecha, se encuentra que las variables que tienen el número 4 son la erosión (e) y el suelo (s), por lo que la subclase se identifica como: **4es.**

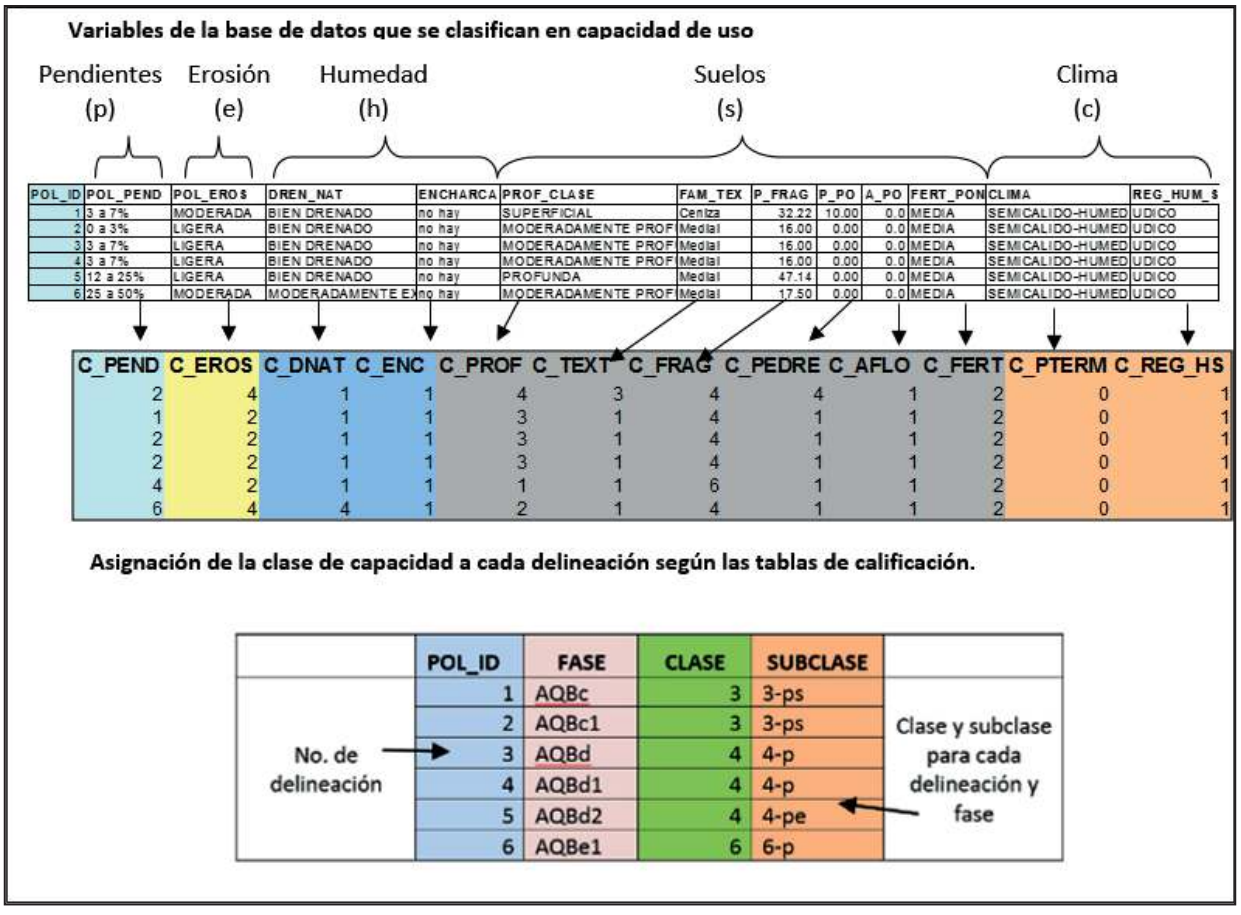


Figura A-40. Ejemplo de clasificación de capacidad de uso de las tierras, a nivel de subclase para cada una de las delineaciones

Finalmente, se definieron los grupos de manejo, con base en las limitaciones específicas de cada una de las subclases. Para la construcción de la leyenda de capacidad de uso se consultó la leyenda de suelos y las diferencias limitantes de las subclases, con lo cual se definieron los usos recomendados y prácticas de manejo, en todo este proceso las consultas de información y análisis se efectuaron en el ambiente SIG y se consultaron las ortofotos y los modelos de elevación. La leyenda de capacidad de uso de la tierra se observa en el Cuadro A-39.

Cuadro A-39. Fragmento de la leyenda de capacidad de uso de las tierras, departamento de Guatemala

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales caracte-rísticas de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIp	IIIp-2	BFc1 AQFc AQFc1 MBHc1 MBKc1 MQLc1 MQZ(2)c1	**Clima templado húmedo (B) y templado subhúmedo (Q),** pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos a profundos, drenaje natural moderado a bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a moderadamente alcalino, materia orgánica alta, fertilidad natural alta y muy alta.	Pendientes moderadamente inclinadas; erosión ligera, y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol); hortalizas como acelga, cebollas, ajos, tomate, chiles, remolachas, berenjenas, otros. Asimismo para el cultivo de café bajo sombra, aguacate hass, granada, flores y follajes. Ganadería semi-intensiva.	Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos y aguas: siembra al contorno, acequias de ladera, barreras vivas. Implementar cortinas rompevientos para mitigar la erosión eólica. Mínima labranza para no afectar la estructura. Incorporar materia orgánica. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, y Zinc, dosis según análisis por finca. La fase MBHc1 en particular, necesita aplicaciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Por retención de fosfatos la fase ABFc1, necesita fertilizantes fosfóricos de liberación lenta. Aplicar riego de altos volúmenes y espaciados en el tiempo. En ganadería semi-intensiva, utilizar hatos mejorados y planes de manejo.	2,558

4.2.3.2 Elaboración del mapa de zonificación de tierras

El mapa de zonificación de tierras se obtuvo a partir del estudio de suelos y la clasificación de tierras por su capacidad de uso. La delimitación es esencialmente física y tiene como finalidad agrupar unidades de tierra con limitaciones y aptitudes similares.

El método para asignar el *uso principal* para cada una de las fases de las unidades cartográficas del estudio, se hace seleccionando las variables de "suelos" y se califican con base en la tabla: *Variables utilizadas en la evaluación del uso principal de las tierras*, que se observa en el Cuadro A-39 donde se ejemplifica el proceso de calificación, que fue realizado con la siguiente secuencia de actividades:

- Se construyó una hoja electrónica con todas las fases de cada una de las unidades cartográficas, con los valores en cada una de las variables correspondientes y se calificó mediante una lectura de izquierda a derecha iniciando con la columna de unidades climáticas del Cuadro A-39. Los códigos que allí se encuentran corresponden a los tipos de climas del estudio (ver variables en color rojo), por ejemplo: el código 7 corresponde al tipo de clima "semicálido húmedo".

- Si la fase analizada posee, por ejemplo, una pendiente del 3-7% se continúa la lectura en forma horizontal dentro de la categoría CTI (Cultivos Transitorios Intensivos).

- Al observar el valor de la variable "erosión" en la fase (en la hoja electrónica construida), si el valor indica que es "ligera", entonces se continúa en el Cuadro A-40 en forma horizontal dentro de la categoría CTI.

- Si el valor de la variable "drenaje" de la fase indica que es "moderado" y las inundaciones son "raras" entonces la lectura lleva, en forma escalonada, hacia la categoría CPI (Cultivos Permanentes Intensivos).

- Si el valor de la variable "profundidad efectiva" es >25 y el valor de la variable "fertilidad" es baja, entonces se debe pasar a la categoría inmediatamente inferior que en este caso, es CPS (Cultivos Permanentes Semi-intensivos).

- Si las demás variables se encuentran dentro de los rangos de esta categoría de uso principal, entonces la fase de la unidad cartográfica analizada queda como CPS; si la información de las variables restantes fueran más restrictivas, entonces debería pasarse a categorías con mayores limitaciones.

Cuadro A-40. Variables utilizadas en la evaluación del uso principal de las tierras del departamento de Guatemala

VOCACION GENERAL	USO PRINCIPAL	VARIABLES										
		Unidades Climáticas (Clases)*	Pendiente (%)	Erosión	Drenaje Natural	Inundaciones o Encharcamientos	Profundidad Efectiva (cm)	Fertilidad	Fragmen-tos de roca en el Suelo	Pedregosidad superficial	Aflo mien Roca	Grupo Textural
AGRICULTURA	Cultivos Transitorios Intensivos (CTI)	3,7,11,12, 16,20	0 - 7	Ligera o menor	Bueno	No o Raras	> 50	Moderada o Mayor	< 3	< 0.1	<;	Media Moderadamente fina Moderadamente gruesa
	Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12,15, 16,19,20	7 – 12	Ligera o menor*	Bueno a Imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 3	< 0.1	<;	Media Moderadamente fina Moderadamente gruesa Fina
	Cultivos Permanentes Intensivos (CPI)	3,4,7,11,12, 16,20	< 25	Ligera o menor*	Bueno o moderado	Raras	> 50	Baja o Mayor	<15	< 3	< 2	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina
	Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS)	2,3,4,6,7,8,10,11,12,15, 16,19,20	< 25	Moderada o menor*	Bueno a imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	<35**	<15	< 2	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina**
AGROFORESTAL	Agrosilvopastoril (ASP)	2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,14,15, 16,19,20	< 50	Moderada o menor	Imperfecto a excesivo	Frecuentes	> 25	Muy baja o mayor	< 60	< 50	< 9	Todos
FORESTAL	Forestal Productor (FPD)	2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,14,15, 16,19,20,23	< 75**	Severa o menor	Pobre a excesivo	Ocasionales	> 25**	Baja o mayor	<60**	< 90**	< 90	Todos
CONSERVACIÓN	Áreas de Conservación de los Recursos Naturales y la Biodiversidad (ARNB)	Todos (1 a 25)	> 75**	-----	------	------	< 10	------	-----	-----	---	-----
	Conservación y Recuperación (CRE)	Todos (1 a 25)	--	Muy severa	--	--	< 10	--	--	--	--	--
	Parque Nacional (PN)	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---
	Reserva Natural Privada (RNP)		--	---	---	---	--	---	---	---	--	---
	Reserva Protectora de Manantiales	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---
OTRAS CATEGORIAS	Canteras (CN)	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---
	Centros Urbanos (CU)	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---
	Cuerpos de Agua (CA)	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---

Notas:

* Ajuste propuesto por el Dr. D. Malagón, 2010.

** Ajustes propuestos por la UPGGR-MAGA, 2010.

Al realizar este procedimiento para cada una de las fases de las unidades cartográficas del estudio, se obtuvo como resultado la leyenda del Cuadro A-41.

Cuadro A-41. Segmento de la leyenda de Unidades de Zonificación de Tierras

Vocación de Uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas de Suelos*	Área	
Agrícola	**Cultivos transitorios intensivos**	Tierras con pendientes de ligeramente planas a ligeramente inclinadas (<7%); erosión ligera; deficientes precipitaciones durante un semestre del año; los suelos son profundos; con fertilidad natural alta; texturas medias; posee ligeras limitantes para la agricultura y la ganadería; son productivos y requieren de ligeras prácticas para el manejo y conservación de suelos.	**CTI**	ABFb1.	685	0.31
	Cultivos transitorios semi-intensivos	Tierras con pendientes hasta moderadamente inclinadas (<12%); erosión ligera; deficientes precipitaciones durante un semestre del año; suelos superficiales, moderadamente profundos y profundos; fertilidad natural media a muy alta; texturas finas y medias. Son aptas para cultivos y ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas moderadas para el manejo y conservación de suelos; además de las indicadas para los cultivos transitorios intensivos; generalmente requieren riego suplementario en el semestre seco.	**CTS**	ABDc1, ABFc1, AQBc1, AQFa1, AQFb1, AQFc1, AQGb1, AQGc1, AQHb1, AQHc1, FQAb1, MBFc1, MBHc1, MBKc1, MQLc1, MQVc1, MQWb1, MQZ^{2}b1, MQZ^{2}c1, MQZ^{3}c1, MSGc1, MSÑc1	6,417	2.91
	Cultivos permanentes intensivos	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%); erosión ligera; deficientes precipitaciones durante un semestre del año; suelos moderadamente superficiales a profundos; con fertilidad natural media a muy alta; texturas finas y medias. Tierras adecuadas para la agricultura con cultivos permanentes intensivos y ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas moderadas de conservación de suelos, además de prácticas culturales como la siembra al contorno, siguiendo curvas a nivel; implementación de barreras vivas; fertilización con abono orgánico y químico; requieren riego suplementario en el semestre seco.	**CPI**	ABGb1, ABGc1, ABBd1, ABDd1, ABLb1, ABLc1, MBEd1, MBFd1, MBFd1, MBHd1, MBId1, MBJd1, MBKd1, MSGd1, MSHd1, MSId1, MSKd1, MSLb1, MSLd1	4,369	1.98

4.2.3.3 Elaboración del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra escala 1:20,000

El mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra se elaboró mediante talleres de consulta participativa con los pobladores que se dedican a las labores agrícolas del departamento de Guatemala, como herramienta de ubicación se utilizaron las ortofotos a escala 1:20,000 y como referencia de las categorías de uso de la tierra, la nomenclatura Corine Land Cover, MARN (2002); adaptada para Centroamérica.

El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

A través de la Oficina Municipal de Planificación (OMP) se realizó un taller, en la ciudad capital, donde se convocó a los productores agrícolas, técnicos municipales, técnicos de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Se les explicó el objetivo del taller, que consistía en trazar, en acetatos colocados sobre ortofotos, las unidades productivas identificadas por los participantes. En las Figuras A-41 y A-42 se observa el desarrollo de los talleres.

La información recabada en los talleres fue corroborada a través de visitas a campo donde se chequearon los usos indicados en las unidades cartográficas delineadas. Los informantes claves fueron personas reconocidas por los habitantes de los lugares visitados y que fueron detectados en los talleres realizados.



Figura A-41. Delimitación de los usos de la tierra a nivel municipal. Taller realizado en el municipio de Guatemala (Foto: E. Sánchez, 2013)

Los acetatos obtenidos en los talleres que contenían los trazos de uso de la tierra y que fueron analizados en campo fueron escaneados y vectorizados, se obtuvo de ellos una capa en formato SIG. Se le agregaron los atributos con base en las especificaciones de las clasificaciones de la leyenda Corine Land Cover a escala 1:50,000. Se muestra el mapa final en la Figura A-43.

El mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra (DIGEGR, 2010, publicado 2015), fue importante para conocer las distintas categorías de uso del territorio y contrastarlas con los resultados de los análisis de los grupos de manejo, contenidos en el mapa de capacidad de uso de la tierra.



Figura A-42. Realización de talleres participativos e identificación de informantes claves. Municipio de Guatemala (Foto: E. Sánchez, 2013)

4.2.3.4 Elaboración del mapa de intensidad de uso de la tierra

El mapa de intensidad de uso de la tierra se obtuvo a través de intersectar los mapas de cobertura y uso de la tierra, DIGEGR (2010), publicado (2015) y de clasificación de tierras por su capacidad de uso, el resultado es una tabla que compara las categorías de ambos mapas. La comparación se clasifica en las categorías **Subutilizado, Uso correcto y Sobreutilizado** que corresponden a las categorías de intensidad de uso de la tierra. En el Cuadro A-42 se observa un ejemplo de esta comparación y en la Figura A-43, se observa el mapa de intensidad de uso final.

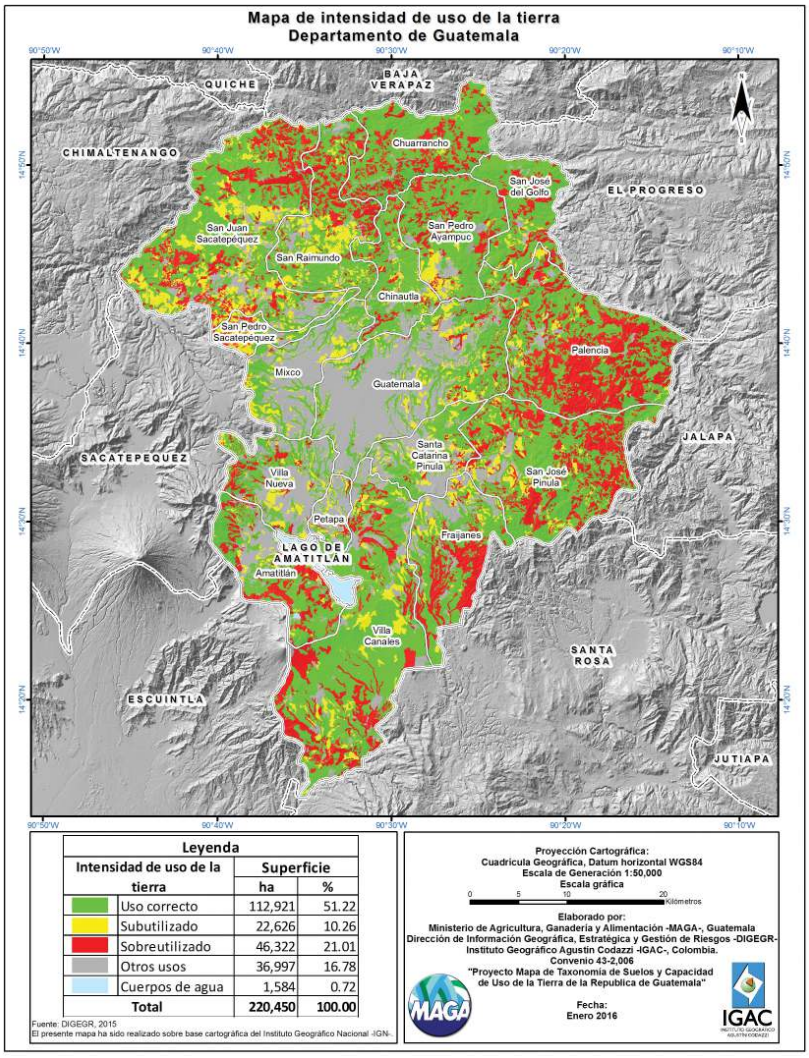


Figura A-43. Mapa de intensidad de uso de la tierra, departamento de Guatemala

Cuadro A-42. Fragmento de la comparación y clasificación de intensidad de uso

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE MANEJO	VOCACIÓN	USO ACTUAL	CALIFICACIÓN
II	IIpes	IIpes-1	AGRÍCOLA	Aguacate	SUBUTILIZADO
				Árboles dispersos	SUBUTILIZADO
				Bosque de coníferas	SUBUTILIZADO
				Bosque latifoliado	SUBUTILIZADO
				Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Café	SUBUTILIZADO
				Conífera	SUBUTILIZADO
				Granos básicos	USO CORRECTO
				Latifoliado	SUBUTILIZADO
				Macadamia	SUBUTILIZADO
				Hortalizas	USO CORRECTO
				Pasto natural	SUBUTILIZADO
				Tomate	USO CORRECTO
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	SUBUTILIZADO
				Territorios artificializados	OTROS USOS
III	IIIps	IIIps-1	AGRÍCOLA	Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Granos básicos	OTROS USOS
				Pasto natural	SUBUTILIZADO
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	SUBUTILIZADO
				Territorios artificializados	OTROS USOS
		IIIps-2	AGRÍCOLA	Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Flores y follajes	USO CORRECTO
				Granos básicos	USO CORRECTO
				Otras hortalizas	USO CORRECTO
				Pasto cultivado	USO CORRECTO
				Pasto natural	SUBUTILIZADO
				Territorios artificializados	OTROS USOS
VI	VIp	VIp-1	AGROFORESTAL	Aguacate	USO CORRECTO
				Bosque de coníferas	SUBUTILIZADO
				Bosque latifoliado	SUBUTILIZADO
				Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Café	USO CORRECTO
				Conífera	USO CORRECTO
				Flores y follajes	SOBREUTILIZADO
				Granos básicos	SOBREUTILIZADO
				Hortalizas	SOBREUTILIZADO
				Pasto cultivado	USO CORRECTO
				Pasto natural	USO CORRECTO
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	USO CORRECTO
				Territorios artificializados	OTROS USOS
		VIp-2	AGROFORESTAL	Bosque mixto	SUBUTILIZADO
				Café	USO CORRECTO
				Plantación de Conífera	USO CORRECTO
				Flores y follajes	SOBREUTILIZADO
				Frutales deciduos	USO CORRECTO
				Granos básicos	SOBREUTILIZADO
				Otras hortalizas	SOBREUTILIZADO
				Pasto cultivado	USO CORRECTO
				Pasto natural	USO CORRECTO
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	USO CORRECTO
				Territorios artificializados	OTROS USOS

4.2.3.5 Estimación de la susceptibilidad a los deslizamientos en el departamento de Guatemala

Los Deslizamientos de Tierras integran una clase de los Movimientos en Masa que se suceden en la superficie de la tierra. Están constituidos por suelos, rocas y diferentes materiales que se encuentran en la parte más externa de las Formaciones Superficiales terrestres.

Estos fenómenos ocurren cuando la resistencia que presentan los materiales (resistencia a ser "cortados" para que puedan deslizarse) excede la de su condición natural, si ello ocurre en zonas de pendientes pronunciadas, favorecidos por la acción del agua, pierden estabilidad y se "deslizan"; obviamente otros fenómenos naturales pueden inducirlos (entre ellos la intensidad y magnitud de las ondas sísmicas y los procesos que desencadenan).

Los deslizamientos causan pérdidas muy altas de vidas humanas, afectan negativamente las condiciones ambientales, la infraestructura y economía (Aristizabal et. al 2010). En los países que integran el Cinturón de Fuego del Pacífico su incidencia es mayor, dada su inestabilidad geológica (colisión de placas tectónicas, volcanismo, eyección de materiales inestables y otros), condiciones socioeconómicas y densidad de población. En ellos se concentra el 89% de las muertes vinculadas con deslizamientos Varnes (1981), citado por Aristizabal et. al (2010).

El estudio de los deslizamientos no es tarea fácil, requiere un cúmulo de datos e información considerable. Las variables que necesitan ser caracterizadas abarcan diferentes disciplinas, son numerosas y requieren conocimientos amplios. La aplicación de diferentes modelos y su complejidad está supeditada a la calidad, número y disponibilidad de la información.

Los mapas que se refieren a este tema son de diferente índole (JRC, 2007): inventario de las cicatrices dejadas por los deslizamientos, susceptibilidad de las tierras a ellos (probabilidad de ocurrencia), peligro de que sucedan (probabilidad de ocurrencia y magnitud, en un tiempo dado), riesgos (evaluación de daños potenciales). Entre ellos los más utilizados son los de susceptibilidad.

Las causas vinculadas con la generación de deslizamientos son muy variadas. Sobresalen y se agrupan en:

- **Geológicas y geomorfológicas:** tipos de rocas y su fracturamiento, densidad de fallas, geoformas y sus pendientes, espesor, tipo y clase de recubrimientos superficiales, sismicidad.

- **Suelos:** tipo y grado de desarrollo, espesor, granulometría, grado de cohesión de sus materiales, resistencia al corte, permeabilidad, retención de humedad, contenido de materiales orgánicos, discontinuidades entre los materiales (si influyen en la conducción del agua).

- **Antrópicas:** cobertura, uso y manejo de las tierras, impacto de obras civiles (carreteras, drenajes), culturales (tradición de construir terrazas contra la erosión, bancales contra las inundaciones).

- **Climáticas:** distribución de la precipitación a través del año y épocas de concentración de ella, agresividad de las lluvias, relación entre su intensidad y su duración. Las características climáticas tradicionalmente se han considerado como variables dinámicas, opuestas a las previamente comentadas, conceptualizadas como condicionantes del fenómeno.

Entre las múltiples causas, previamente anotadas, para la estimación preliminar de los deslizamientos en Guatemala se seleccionaron y utilizaron las siguientes:

- **Geológicas-geomorfológicas:** para la interpretación y selección de variables se tuvo en cuenta la dominancia de rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario (Qv, Qp y Tv: IGN, 1970) en ambiente morfogenético predominante de Montaña volcano-erosional; unidades que incluyen tobas, materiales laháricos, coladas de lava y tefras. Estos materiales, vinculados con las pendientes, constituyen el mayor condicionante para los deslizamientos (***peso del 35 %***), la asignación del peso de acuerdo a los intervalos de pendiente considerados se muestran en el Cuadro A-43.

Cuadro A-43. Pesos asignados según pendiente

Intervalos de Pendiente (%)	Peso
0 – 7	0
7 – 25	5
25 – 50	10
> 50	20
Total	**35**

- **Suelos:** predominio de suelos jóvenes, de baja evolución, derivados de tefras (Andisoles e intergrados ándicos de otros suelos), con dominancia de grupos texturales medios, con abundancia de materiales no cristalinos en su fracción arcillosa (alófanas) y capacidad de retención de humedad. A esta variable se le asignó un ***peso del 15%***, asignándolo como se muestra en el Cuadro A-44.

Cuadro A-44. Pesos asignados según tipo de suelo

Intervalos de Pendiente (%)	Peso
Suelos con piroclastos (bajos en materia orgánica /grupos texturales medios)	10
Grupos texturales finos	3
Grupos texturales gruesos	2
Total	**15**

- **Antrópicos:** Los aspectos antrópicos se tipificaron a partir de la cobertura vegetal y tipo de uso (incluyendo su intensidad) en que se encuentran las tierras (MAGA - UPGGR, 2006). A esta variable se le asignó un ***peso del 15%***, tal como se muestra en el Cuadro A-45.

Cuadro A-45. Pesos asignados según cobertura vegetal y uso de la tierra

Intervalos de Pendiente (%)	Peso
Cultivos limpios intensivos y tierras desprovistas de vegetación	10
Cultivos densos, pastos naturales y vegetación arbustiva	4
Cobertura forestal, agroforestal y vegetación natural	1
Total	**15**

- **Climáticos:** Los aspectos vinculados con el clima se evaluaron a partir de la distribución mensual promedio de la precipitación durante el año y de la agresividad de la lluvia, estimada a partir del índice modificado de Fournier (Neira et. al. 2010). A estos aspectos se les asignó un ***peso del 35%*** y se incluyeron en la ecuación sin desagregarlo, a pesar de que muchos investigadores los consideran "detonantes" (generadores, productores, causantes iniciales) del proceso. En sentido estricto no definen una susceptibilidad, ya que constituyen variables dinámicas (opuestas a las variables condicionantes).

La ecuación indicada y utilizada es la siguiente:

$$Csd = \left(\frac{Ge + Pe + Su + Cv + Cl}{5} \right)$$

Donde:
Csd = Categoría de susceptibilidad a deslizamientos
Ge = Material geológico
Pe = Pendiente (%)
Su = Suelo (tipo)
Cv = Cobertura vegetal y uso de la tierra
Cl = Clima

En el mapa que se presenta en la Figura A-44, se sintetizan los resultados obtenidos y la categorización adoptada para clasificarlos. En el mapa se consignan, además, la evidencia de los deslizamientos en el departamento, a través de las "cicatrices" que dejan, como huella de su ocurrencia; ello permite comparar los resultados obtenidos con la realidad de campo.

Con base en los resultados preliminares, a partir de la metodología seguida, se establece que las zonas montañosas con pendientes superiores al 50%, recubiertas por mantos de tefras (en general de tamaños finos a medios), con baja o sin cobertura vegetal y uso-manejo inadecuado de las tierras, presentan alta susceptibilidad a los deslizamientos de tierras durante la época crítica lluviosa (meses de junio a septiembre), ya que la agresividad de las lluvias y su acumulación (en 15-25 días) superan los umbrales críticos (150-200 mm) establecidos para generar movimientos profundos (mayores a 2 m) en masa, (Aristizabal, et. Al, 2010).

Como consecuencia práctica, las zonas calificadas como de Alta y Muy Alta susceptibilidad a deslizamientos deben considerarse críticas en cuanto a la población y el ambiente.

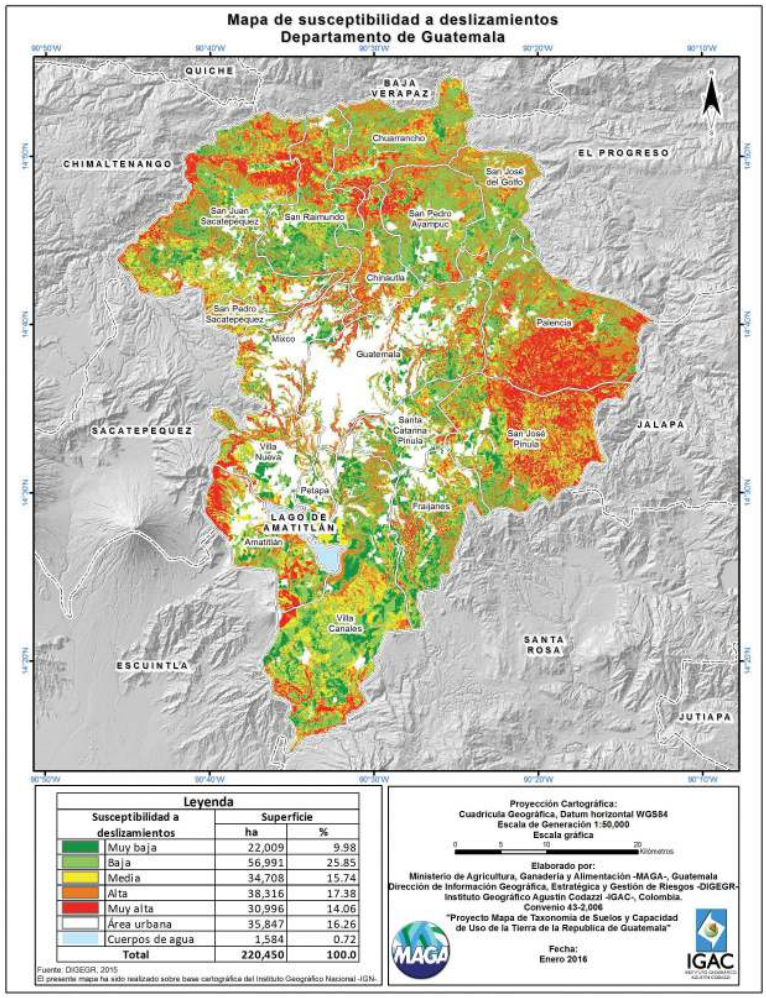


Figura A-44. Mapa de Susceptibilidad a los deslizamientos del departamento de Guatemala, Guatemala

4.3 Informe técnico final

Al terminar la elaboración del mapa de suelos, el mapa de capacidad de uso, el mapa de zonificación física de tierras, los mapas de aplicaciones, incluyendo el mapa de intensidad de uso de las tierras; todos con sus leyendas respectivas, se pudo redactar en forma apropiada el documento final.

El informe técnico final fue diseñado en función de la necesidad del MAGA de contar con una herramienta práctica para ser utilizada en los programas de desarrollo rural que implementa. Para facilitar el acceso a la información de las unidades cartográficas, se incorporó una sección en el capítulo IV que permite ubicar al usuario en el ámbito geográfico de su municipio. Asimismo, se complementa con una tabla de ubicación donde se dirige al usuario a las páginas del informe para que pueda extraer la información de las unidades cartográficas, de los grupos de manejo y de la zonificación de tierras.

La redacción del informe técnico se basó en las normas y especificaciones que establece la Subdirección de Agrología (IGAC, 2014) para la elaboración de levantamientos de suelos. Toda la información se redactó y trabajó en software Office® y se procesó a nivel cartográfico en ArcGis® versión 9.3, transfiriéndose estos archivos posteriormente a un formato de publicación.

Los capítulos que integran el informe técnico final son los siguientes: **Volumen I:** *Capítulo I:* Características generales; *Capítulo II:* Aspectos del medio natural; *Capítulo III:* Génesis, taxonomía y cartografía de los suelos; *Capítulo IV:* Localización y descripción de las unidades cartográficas de suelos del departamento y en el **Volumen II:** *Capítulo V:* Clasificación de tierras por su capacidad de uso; *Capítulo VI:* Zonificación de tierras; *Capítulo VII:* Aplicaciones adicionales del levantamiento de suelos; *Anexo A:* Métodos y procedimientos del levantamiento de suelos; *Anexo B:* Descripción de los perfiles inclusiones y réplicas; *Anexo C:* Descripción y gráficas de pruebas de infiltración; *Anexo D:* Glosario de términos y *Anexo E:* Observaciones de identificación (cajuelas) y de comprobación (barrenajes). Los anexos B, C, D y E, solamente se presentan en formato digital.

Para asegurarse que la información que brinda la unidad cartográfica sea coherente con la información del capítulo de capacidad de uso y grupos de manejo y éste a su vez, sea coherente con el capítulo de zonificación de tierras y las aplicaciones correspondientes; el documento en formato borrador fue sometido a varias pruebas de coherencia y consistencia por medio de cruzar la información de la unidad cartográfica con la información del sistema de información geográfica; después de revisar y corregir el borrador del informe técnico final, el documento se envió a Colombia a la sede del IGAC para ser revisado por el personal técnico designado. Posteriormente se implementaron las correcciones sugeridas y se concluyó el informe técnico final.

4.4 Socialización del informe técnico final

Una vez que se finaliza un estudio de suelos y después de haberlo oficializado, se procede a presentarlo ante los usuarios, a través de talleres para dar a conocer su contenido y se enseña a manejarlo en formato análogo (impreso) y en formato electrónico, tal como se muestra en las Figuras A-45 y A-46.



Figura A-45. Taller para dar a conocer y enseñar a manejar el libro de suelos del departamento de Chimaltenango (Foto: O. Hernández, 2011)



Figura A-46. Taller para dar a conocer y enseñar a manejar el libro de suelos del departamento de Chimaltenango (Foto: W. González, 2011).

5. BIBLIOGRAFÍA

ANALAB. 2010. Laboratorio Agrícola de Suelos, Plantas y Aguas. Asociación Nacional del Café – ANACAFÉ. Manual de Procedimientos. Versión 1. Guatemala. 100 p.

ARISTIZABAL, E.; MARTÍNEZ, H.; VÉLEZ, J.I. 2010. Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias. Rev. Acad. Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales .Vol. XXXIV. Número 131. Pág. 209-227.

CENGICAÑA. 2011. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Manual de Métodos de Análisis del Laboratorio Agronómico. Versión 2. Escuintla. 44 p.

CENGICAÑA. 1996. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Estudio Semidetallado de Suelos de la Zona Cañera del sur de Guatemala. Ingeniería del Campo Limitada**.** Guatemala. 353 p.

CENGICAÑA. 1994. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Estudio Semidetallado de Suelos del Ingenio Santa Teresa. Ingeniería del Campo Limitada**.** Guatemala. 33 p.

CRUZ, J. R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en la metodología Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

FASSBENDER, H.; NORNEMISZA, E. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 420 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2014. Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 62 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2014. Manual de procedimientos para los levantamientos de suelos y tierras. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 10 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Manual de Campo para los Levantamientos de Suelos y Tierras. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 163 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2006. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. IGAC, Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. Sexta Edición. 648 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1995. Suelos de Colombia. Subdirección de Agrología. Bogotá. 632 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1990. Propiedades Físicas de los Suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá. 813 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1982. Química de suelos. Bogotá. 321 p.

IGN (Instituto Geográfico Nacional Alfredo Obiols, GT). 1970. Mapa geológico de la República de Guatemala. Escala 1:500,000. Guatemala, color.

IGN (Instituto Geográfico Nacional Alfredo Obiols, GT). 1993. Mapa geológico general de la República de Guatemala. (Hoja Guatemala). Escala 1:250,000. Guatemala.

JRC (Joint Research Centre, European Comision). 2007. Scientific and technical reports: guidelines for mapping areas at risk on landslides in Europe. Proc. of the Expert Meeting held on 23-24.

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, ES). Proyecto Corine Land Cover. 2002. Detalle de la nomenclatura Corine Land Cover adaptada para El Salvador. MARN, Proyecto Corine Land Cover. 20 p.

MICIVI –INSIVUMEH (Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda; Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1990. Aspectos generales del clima: el clima de Guatemala. INSIVUMEH, Guatemala. 33 p.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 2015. Mapa de Uso Actual del Departamento de Guatemala, a partir de ortofotos a escala 1:15,000 y obtenido a través de talleres con expertos locales municipales. Leyenda: método Corine Land Cover. Inédito.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 2013. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. 746 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2010. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala, 1,036 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2009. Mapa de clasificación climática de la República de Guatemala, a escala 1:50,000, adaptado del sistema Thornthwaite – Memoria Técnica-. Sin publicar. 195 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2006. Proyecto obtención de imágenes digitales a escala de detalle de la República de Guatemala, con resolución de 0.40 metros y escala aproximada de 1:20.000, 2006. MAGA, UPGGR. 18 p. más anexos.

NEIRA, F.; GABRIELS, D.; VERBIST, K.; LOBO, D. 2010. Assessment of rainfall aggresivity for Latin America and the caribbean countries. Univ. Gent. ONUECC. Programa Hidrológico Internacional. Cazalac. Int. Centre for Etemology.

PLASTER, E. J. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Editorial Paraninfo. España. 419 p.

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos, U.S.A. 147 p.

SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA. 2007. Boletín de Suelos. Los talpetates y su dinámica sobre la degradación y el riesgo ambiental: el caso del Glacís de Buenavista Morelos. Tomo LIX, No. 1, 2007.

SOIL SURVEY STAFF. 2014. Keys to soil taxonomy. 12th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 360 p.

SUMMER, M.E.; WETS, L.T.; LEAL, J.E. 1992. Estudio de suelos de la industria cafetalera de Guatemala: Región Sur. Departamento de Agronomía Universidad de Georgia – Asociación Nacional del Café –ANACAFE-. Guatemala. 211 p.

Los siguientes anexos se incluyen en el CD-Rom adjunto:

Anexo B: DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LOS PERFILES INCLUSIONES Y RÉPLICAS.

Anexo C: DESCRIPCIÓN Y GRÁFICAS DE LAS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN.

Anexo D: GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Anexo E: OBSERVACIONES DE IDENTIFICACIÓN (CAJUELAS) Y DE COMPROBACIÓN (BARRENAJES).





Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
7ª. Avenida 12-90 zona 13, edificio DIGEGR-MAGA, PBX: 2413-7370, infogeograficamaga@gmail.com
www.maga.gob.gt

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentacón

Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-



Este libro es el resultado de un "Levantamiento de Suelos", proceso que consistió en un intenso trabajo de campo y de laboratorio que permitió conocer las características físicas, químicas y mineralógicas de los suelos del Departamento de Guatemala.

Los suelos fueron clasificados taxonómicamente y se elaboró un Mapa de Suelos y mapas de aplicaciones prácticas: Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que expresa claramente las vocaciones de los suelos; Mapa de Zonificación de Tierras que es el insumo básico para el proceso de Ordenamiento Territorial y mapas de diferentes variables que son importantes apoyos para mejorar el manejo de los suelos, conservar y restaurar su fertilidad y aumentar la productividad del sector agropecuario y forestal.

Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra de la República de Guatemala.

Escala 1:50,000