Gobierno de Guatemala
Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

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

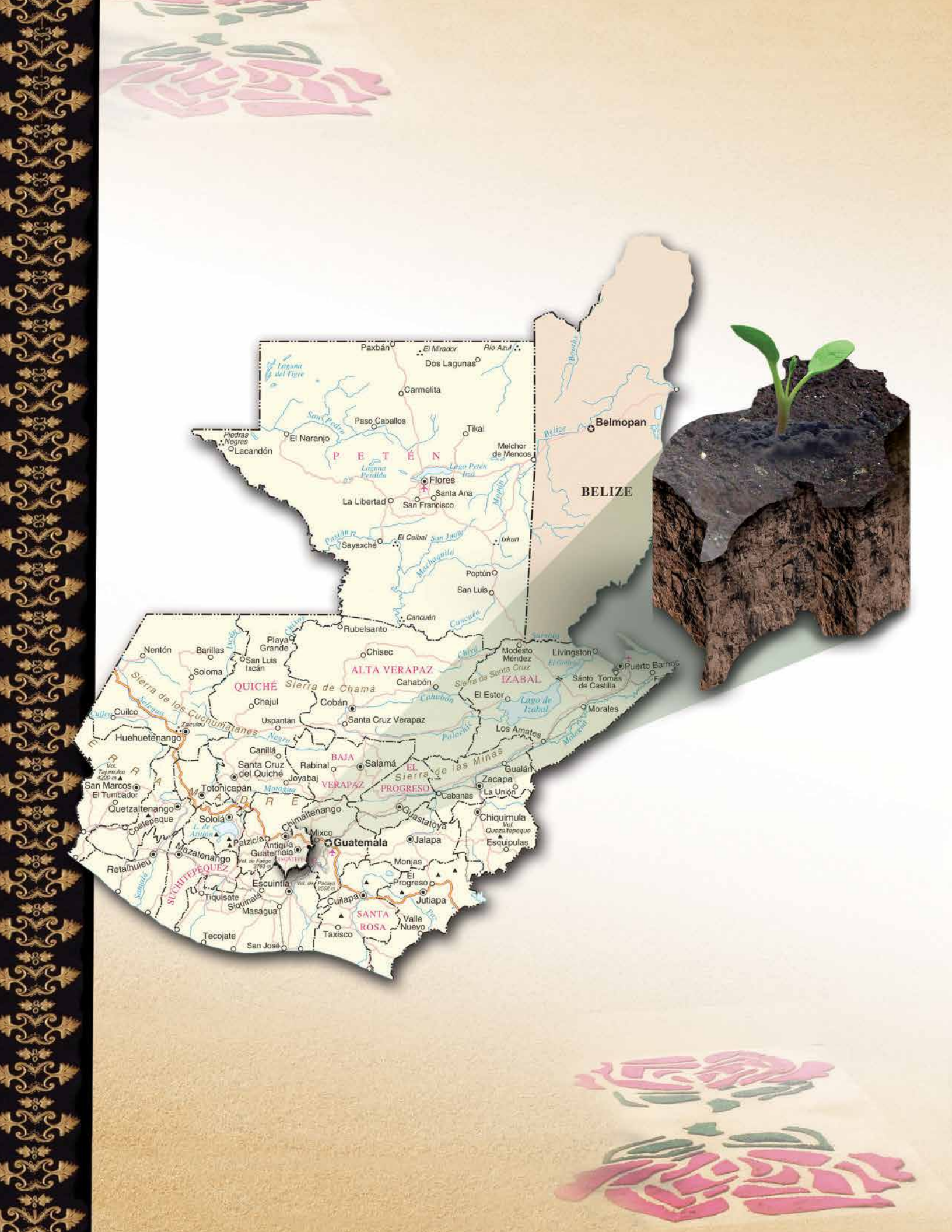
Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- Colombia

Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sacatepéquez, Guatemala



Convenio de Cooperación No. 43-2006 MAGA- IGAC

Gobierno de Guatemala


Paxbán
El Mirador
Río Azul
Dos Lagunas
Laguna del Tigre
Carmelita
Paso Caballos
Tikal
Piedras Negras
El Naranjo
Lacandón
P E T É N
Melchor de Mencos
Belmopan
BELIZE
Laguna Perdida
Lago Petén Itzá
Flores
Santa Ana
La Libertad
San Francisco
Sayaxché
El Ceibal
Ixkun
Poptún
San Luis
Cancuén
Rubelsanto
Nentón
Barillas
Playa Grande
Ixcán
Chisec
Modesto Méndez
Livingston
Puerto Barrios
Soloma
San Luis Ixcán
ALTA VERAPAZ
Cahabón
IZABAL
Sánto Tomás de Castilla
QUICHÉ
Sierra de Chamá
Chajul
Cobán
El Estor
Lago de Izabal
Morales
Cuilco
Uspantán
Santa Cruz Verapaz
Los Amates
Huehuetenango
Canillá
BAJA VERAPAZ
Rabinal
Salamá
EL PROGRESO
Sierra de las Minas
Gualán
Santa Cruz del Quiché
Joyabaj
Zacapa
San Marcos
El Tumbador
Totonicapán
Cabañas
La Unión
Quetzaltenango
Coatepeque
Sololá
Chimaltenango
Guastatoya
Chiquimula
Mixco
Guatemala
Jalapa
Esquipulas
Patzicía
Antigua Guatemala
Mazatenango
Monjas
Retalhuleu
SUCHITEPÉQUEZ
Escuintla
El Progreso
Tiquisate
Siquinalá
Cuilapa
Jutiapa
Masagua
SANTA ROSA
Valle Nuevo
Taxisco
Tecojate
San José

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 Sacatepéquez, Guatemala

Guatemala, Febrero de 2013

© Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
7a. Avenida 12-90, zona 13, Ciudad de Guatemala
Tel. / Fax: (502) 2413-7370
Dirección Electrónica: sigmaga@newcomgua.com

Impreso en Guatemala

Primera Edición: Febrero, 2013
Tiraje 250 ejemplares

Diseño e Impresión
Ediciones Don Quijote, S. A.
PBX: 2421-9696
e-mail: ventasdonquijote@gmail.com

ESTA PUBLICACION HA SIDO POSIBLE GRACIAS AL APOYO FINANCIERO DE:

Viceministerio de Desarrollo Económico y Rural -VIDER-
Señor Viceministro Ing. Carlos Alfonso Anzueto del Valle

Administración General del MAGA

Fondo Nacional Para la Reactivación y Modernización de la Actividad Agropecuaria -FONAGRO-

Se permite la reproducción parcial o total siempre y cuando se cite al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación como 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-

OTTO FERNANDO PÉREZ MOLINA

Presidente de la República de Guatemala

ELMER ALBERTO LÓPEZ RODRÍGUEZ

Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación

COORDINACIÓN DEL PROYECTO EN GUATEMALA
(Convenio No 43-2006 MAGA-IGAC)

DR. ING. JOSÉ MIGUEL DURO TAMASIUNAS

Director DIGEGR y

Coordinador Guatemala Convenio No.43-2006 MAGA-IGAC

PERSONAL TÉCNICO DE LA DIGEGR VINCULADO A LA EJECUCION DEL PROYECTO	
Ing. Rovoham Monzón Miranda. Jefe Técnico Laboratorio SIG	José Folgar Corado. Analista Espacial
Ing. Rudy Vásquez Villatoro. Asistente Técnico	Jorge Cárcamo Hichos. Analista Espacial
Ing. Arturo Cruz Mus. Socialización y Mapa USOT	Ing. Gustavo Rosal Samayoa. Analista Espacial
P.F. Enmanuel Sánchez Pérez. Socialización y Mapa USOT	Ing. José López Par. Analista Espacial
Pcc. Rafael López Salazar. Asistente Administrativo Financiero	Marco González Esleker. Bases de Datos

PROFESIONALES EDAFOLOGOS EJECUTORES DEL LEVANTAMIENTOS DE SUELOS	
Personal Colombiano Jefe Técnico Edafólogo Ing. William Hernán González Martínez Fotointerpretador - Geomorfólogo Ing. Raúl Álvarez Beltrán (Q.E.P.D.) Asistente de campo Ing. Gustavo Adelmo Bonilla Arias (Agosto – Diciembre 2010).	**Personal Nacional:** Edafólogos: Ing. Manuel Tum Canto Ing. Cesar García Sic Ing. Rogelio Pacheco Cabrera Inga. Judith A. del Cid Herrera Ing. Oscar A. Hernández de la Parra Inga. Dunia López Menchú (hasta año 2010) Inga. Amarilis Yoc Pérez (hasta año 2009)

LABORATORIOS DE SUELOS VINCULADOS AL PROYECTO		
Escuela Nacional Central de Agricultura. ENCA	Convenio No. 74-2007 MAGA-ENCA	Dr. José Chonay. Director Laboratorio de Suelos
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. CENGICAÑA	Convenio No. 55-2007 MAGA-CENGICAÑA	Licda. Wendy Cano. Directora Laboratorio de Suelos
Asociación Nacional del Café. ANACAFE	Convenio No. 46-2007 MAGA- ANACAFE	Ing. Humberto Jiménez. Director Laboratorio de Suelos
Laboratorio Nacional de Suelos Instituto Geográfico AGUSTIN CODAZZI – Colombia	Convenio No.43-2006 MAGA-IGAC	Ing. Jorge Sánchez Coordinador Laboratorio de Suelos

COLABORADORES	
Centro Universitario del Norte CUNOR-USAC	Ing. Luis Chiquín: Ampliación mapas geológicos
Geólogo y Vulcanólogo	Dr. Samuel Boris Bonnis: Asesoría en Geología

CONSULTORES	
Ing. Hugo Tobías	Elaboración del Proyecto de Preinversión (año 2005)
Ing. Luís Herrera e **Ing. Mario Bautista**	Elaboración del Mapa de Clasificación Climática de Guatemala, escala 1:50,000

ASISTENCIA TÉCNICA Y REVISIÓN GENERAL DEL ESTUDIO
DR. DIMAS MALAGÓN CASTRO

JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN
Presidente de la República de Colombia

IVÁN DARÍO GÓMEZ GUZMÁN
Director General Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC
Secretario Ejecutivo Comisión Colombiana del Espacio, CCE

CONSEJO DIRECTIVO

Dr. JORGE BUSTAMANTE ROLDÁN
Director del Departamento Nacional de Estadística, DANE
Presidente Consejo Directivo

Dr. MAURICIO SANTA MARÍA SALAMANCA
Director Departamento Nacional de Planeación, DNP

Dr. JUAN CARLOS PINZÓN BUENO
Ministro de Defensa Nacional

Dr. FRANK PEARL GONZÁLEZ
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dr. JUAN CAMILO RESTREPO SALAZAR
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Dr. GERMAN VARGAS LLERAS
Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio
Representante de la Presidencia de la República

Dr. ALBERTO MENDOZA MORALES
Representante de la Presidencia de la República
Presidente de la Sociedad Geográfica de Colombia

MERCEDES VÁSQUEZ DE GÓMEZ
Secretaria General / Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC

COMITÉ DE DIRECCIÓN

IVÁN DARÍO GÓMEZ GUZMÁN	Director General
MERCEDES VÁZQUEZ DE GÓMEZ	Secretaria General
JULIÁN CERNA GIRALDO	Subdirector de Agrología
FELIPE FONSECA FINO	Subdirector de Geografía y Cartografía
GLADYS PINZÓN DAZA	Subdirectora de Catastro
DORA INÉS REY MARTÍNEZ	Jefa Oficina Asesora de Planeación
MARCELA ABELLA PALACIOS	Jefa Oficina Asesora
ELENA POSSADA	Jefa Oficina del Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica – CIAF
JORGE ARMANDO PORRAS BUITRAGO	Jefa Oficina Control Interno
HILDA YAMILE LOTA GUACHETA	Jefa Oficina de Informática y Telecomunicaciones
IVANNA NUSSIKA AGUDELO PADILLA	Jefa Oficina de Difusión y Mercadeo de Información
JORGE GRANADOS ROCHA	Asesor Dirección General
RODRIGO MORATO HERRERA	Asesor Dirección General
JAIR ROLANDO FAJARDO FAJARDO	Asesor Dirección General
JOHANA TRUJILLO MOYA	Asesora de Comunicación

COORDINADOR DEL CONVENIO EN COLOMBIA
(Convenio 43-2000 IGAC – MAGA)

JULIÁN SERNA GIRALDO

DIRECTOR TÉCNICO

RICARDO FABIÁN SIACHOQUE BERNAL

PERSONAL TÉCNICO DEL IGAC VINCULADO A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

EDAFÓLOGOS

Deyanohora Cárdenas Castro
Marco Aurelio Velandia Carreño
Luis Eduardo García Castellanos
Wilson Fernando Vargas Hernández
Néstor Javier Martínez Árdita
José Samuel Botón Jiménez
Roberto Martínez Burgos
Carlos Enrique Castro Méndez

CONTROL DE CALIDAD

José Hugo Díaz Ávila
Libardo Burgos Revelo

LABORATORIO DE SUELOS

Jorge Alberto Sánchez Espinosa
Martha Lucía Carrascal Carrascal
Carlos Eduardo Pulido Roa

www.gac_gov.co

Gobierno de Guatemala
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

PRESENTACIÓN

En el año 2006, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala firmó con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC- de Colombia el Convenio No. 43-2006, por el cual las dos instituciones se comprometían a realizar levantamientos de suelos a escala de semi-detalle (1:50,000) en 8 departamentos del país. Este proyecto en la práctica está funcionando como un plan piloto para ajustar los métodos y capacitar al personal nacional para poder realizar estos estudios en toda la República de Guatemala.

Esta iniciativa conjunta, ha sido muy visionaria ya que Guatemala solo cuenta con un estudio de levantamiento de suelos a nivel nacional y a escala de reconocimiento (1:250,000) que fue realizado en los años 40 y 50´s del siglo pasado. Ya era necesario pasar a una escala más detallada y aplicar metodologías modernas de clasificación de tierras como las aplicadas en estos estudios obtenidos de la taxonomía de suelos desarrollados por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

El uso de estos estudios permitirá aumentar la productividad de las tierras ya que en ellos, se identifican las características estructurales de cada Unidad Cartográfica de Suelos, la dotación de recursos que poseé, sus carencias, los métodos más adecuados de cultivo y las especies que se adaptan a cada unidad. Asimismo, los estudios indican las medidas adecuadas de conservación de suelos para evitar su degradación.

Por todo ello, nos complace presentar el Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sacatepéquez ya que de esta manera y mediante la generación de documentos como el presente, el MAGA cumple con lo estipulado en el plan de gobierno "Agenda del Cambio 2012 – 2016", específicamente en los ejes de Desarrollo Económico Competitivo, Infraestructura Productiva y Social para el Desarrollo y Desarrollo Social, mediante los cuales se promueve el desarrollo en las comunidades rurales del país.

Por lo tanto, dejo constancia de mis agradecimientos a todos aquellos que han hecho posible generar este documento, así como un reconocimiento especial al IGAC, por todo el apoyo recibido a lo largo del convenio indicado.

Ing. Elmer López Rodríguez
Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Libertad y Orden

IGAC
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, institución pública del orden nacional del Gobierno de Colombia, es la entidad responsable de generar la información geográfica de Colombia y, en este contexto, tiene entre sus funciones la formación y la actualización del Catastro Nacional, la elaboración de la Cartografía Básica del país el desarrollo de las tecnologías Geoespaciales y realizar el inventario y monitoreo de los suelos y tierras en todo el territorio nacional.

La función misional del Instituto relacionadas con los suelos, ha contribuido a fortalecer la información sobre las potencialidades y limitaciones de este importante recurso natural, particularmente en todo lo relacionado con la identificación de la capacidad de uso de las tierras, los conflictos del uso del suelo y sus procesos de degradación, en la definición de políticas de manejo y aprovechamiento sostenible del recurso, lo que a su vez aporta significativamente a la planificación del desarrollo agrícola, pecuario, forestal y ambiental.

Estas fortalezas desarrolladas por el Instituto, le han permitido también apoyar la transferencia de conocimientos a otras regiones de América Latina, como es el caso de la asesoría que se le brinda al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala -MAGA-, para la elaboración de estudios de suelos, mediante el Convenio 043 firmado en el año 2006. Como resultado de este compromiso, estamos entregando otro producto "El Estudio Semidetallado de Suelos a escala 1:50.000 del Departamento de Sacatepéquez, es soporte para conocer con mayor precisión su mosaico edáfico. De igual manera, sus resultados deberán convertirse en uno de los insumos primordiales para la planificación y el ordenamiento territorial y de las cuencas hidrográficas, en el manejo de las aguas y del suelo, y en las acciones de investigación, desarrollo tecnológico y zonificación agroecológica, entre otros.

La trascendencia de estos estudios y los aportes que se le atribuyen, los ratifica el Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-moon, quien el 17 de junio de 2010, con ocasión del Día Mundial de Lucha contra la Desertificación y la Sequía que expresó: "En este día, pues, reafirmemos nuestro compromiso en la lucha contra la desertificación y la degradación de las tierras y en la mitigación de los efectos de la sequía, y reconozcamos que cuidar de nuestros suelos equivale a cuidar de la vida en la tierra".

Finalmente, quiero dejar expresa constancia de agradecimiento en nombre de mi país, Colombia, por la confianza que sigue depositando el MAGA en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC.

IVÁN DARÍO GÓMEZ GUZMÁN
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- de Sacatepéquez, así como a todas aquellas instituciones, profesionales y particulares que apoyaron la generación del Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sacatepéquez, Guatemala, mismo que se espera contribuya como una herramienta de utilidad a los procesos de planificación del desarrollo municipal y departamental.

Se hace un reconocimiento especial al distinguido Experto en Suelos de Colombia DOCTOR DIMAS MALAGON CASTRO, por haber brindado su eficiente asistencia técnica al Proyecto, ya que sin sus aportes científicos, no hubiera sido posible culminar este estudio.



INSTRUCTIVO PARA EL USO DE ESTE DOCUMENTO

El estudio de suelos del departamento de Sacatepéquez ha sido editado en un único volumen, el cual contiene la información de contexto general que necesita saber sobre el departamento, o sea, la información biofísica, social y económica; la información sobre la génesis de los suelos y su taxonomía; 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 Capitulo IV y encontrará la información de la UCS que busca; la etiqueta completa nos indica una "fase", obtenga todas las informaciones con esa clave.

Los siguientes capítulos, incluyen las aplicaciones prácticas del levantamiento de suelos que son la Capacidad de Uso, 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 Capitulo V, titulado "Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso" y el Capitulo VI "Zonificación de Tierras". Las otras aplicaciones del Capitulo 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" ó "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 D del CD indicado, se encuentra un Glosario de Términos que le puede ayudar a comprender los términos técnicos utilizados.



INDICE

CONTENIDO **PÁGINA**

CAPÍTULO 1: CARACTERÍSTICAS GENERALES 1

1.1 LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y LÍMITES **1**
1.2 DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA **2**
1.3 POBLACIÓN **2**
1.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN **3**
1.5 ACTIVIDADES ECONÓMICAS **4**
1.5.1 Actividad agrícola 4
1.5.2 Actividad ganadera 7
1.5.3 Actividad forestal 7
1.5.4 Actividad minera 8
1.5.5 Actividad artesanal 9
1.5.6 Actividad turística 10
1.6 BIBLIOGRAFÍA **12**

CAPITULO 2: ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL **13**

2.1 GEOLOGÍA **13**
2.1.1 La influencia tectónica 13
2.1.2 La geología del departamento de Sacatepéquez 14
2.1.2.1 Materiales volcánicos del Terciario (Tv) 15
2.1.2.2 Abanicos lahári cos y fluviales del Cuaternario (Ql) 16
2.1.2.3 Materiales volcánicos sin especificar del Cuaternario (Qv) 16
2.1.2.4 Aluviones del Cuaternario (Qa) 17
2.1.2.5 Pómez del Cuaternario (Qp) 17
2.1.3 Síntesis del aporte de la geología al estudio de los suelos del departamento de Sacatepéquez 18
2.1.3.1 Granulometría de los piroclastos 18
2.1.3.2 Composición mineralógica de los piroclastos 18
2.2 GEOMORFOLOGÍA DEL DEPARTAMENTO **20**
2.2.1 Contexto del estudio geomorfológico 20
2.2.2 Paisaje de montaña volcano-erosional (M) 23
2.2.2.1 Tipo de relieve de estrato volcán 24
2.2.2.2 Tipo de relieve de filas y vigas 28
2.2.2.3 Tipo de relieve de lomas 28
2.2.2.4 Tipo de relieve de glacís 29
2.2.2.5 Tipo de relieve de mesas 30
2.2.2.6 Tipo de relieve de escarpes 30
2.2.2.7 Tipo de relieve de cañones y cañadas 30
2.2.2.8 Tipo de relieve de vallecitos 31



CONTENIDO **PÁGINA**

2.2.3 Paisaje de altiplano hidro-volcánico (A) 31
2.2.3.1 Tipo de relieve de lomas....32
2.2.3.2 Tipo de relieve de terrazas....32
2.2.3.3 Tipo de relieve de cañones y cañadas....33
2.2.3.4 Tipo de relieve de vallecitos....34
2.2.4 Paisaje de piedemonte hidro-volcánico (P)....35
2.2.4.1 Tipo de relieve de abanico....35
2.2.4.2 Tipo de relieve de glacís....36
2.2.4.3 Tipo de relieve de vallecitos....37
2.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS....37
2.3.1 Características climáticas del departamento....38
2.3.1.1 Temperatura....38
2.3.1.2 Humedad....38
2.3.1.3 Climadiagramas....39
2.3.2 Clasificación climática....40
2.3.2.1 Clima ambiental....40
2.3.2.2 Clima edáfico....41
2.4 HIDROGRAFÍA....45
2.4.1 Descripción de las cuencas hidrográficas....46
2.4.1.1 Cuenca del Río Motagua....46
2.4.1.2 Cuenca del Río Achiguate....46
2.4.1.3 Cuenca del Río María Linda....46
2.4.1.4 Cuenca del Río Coyolate....46
2.4.2 Usos del recurso hídrico....47
2.5 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA....47
2.5.1 Descripción de los usos principales....49
2.5.2 Zonas de vida y bosques del departamento....50
2.5.2.1 Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical....51
2.5.2.2 Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)....51
2.5.2.3 Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical....51
2.6 AMENAZAS NATURALES....52
2.6.1 Amenazas por sequías....52
2.6.2 Amenazas por heladas....53
2.6.3 Amenazas por inundaciones....54
2.6.4 Índice integrado de amenazas climáticas....55
2.7 BIBLIOGRAFÍA....56

CAPITULO 3: GÉNESIS, TAXONOMÍA Y CARTOGRAFÍA DE LOS SUELOS....59

3.1 INTRODUCCIÓN....59
3.2 GÉNESIS....59
3.2.1 Factores de formación del suelo....59
3.2.1.1 Material parental....60
3.2.1.2 Relieve....62
3.2.1.3 Clima....63
3.2.1.4 Organismos....63
3.2.1.5 Tiempo....64



CONTENIDO **PÁGINA**

3.2.2 Procesos formadores del suelo 65
3.2.2.1 Procesos generales....65
3.2.2.2 Procesos específicos 67
3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS 70
3.3.1 Clasificaciones taxonómicas....71
3.3.1.1 Descripción de las categorías del sistema de clasificación....72
3.3.1.2 Horizontes diagnósticos 72
3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS CLASIFICADOS 74
3.4.1 Orden Molisol....77
3.4.2 Orden Andisol....77
3.4.3 Orden Inceptisol 78
3.4.4 Orden Entisol....79
3.4.5 Orden Alfisol 79
3.4.6 No suelos 80
3.4.7 Síntesis de los "órdenes" presentes en el departamento de Sacatepéquez 80
3.5 CARTOGRAFÍA DE SUELOS 81
3.6 BIBLIOGRAFÍA....84

CAPITULO 4: DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS 85

4.1 LEYENDA DE SUELOS. SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y SUS FASES....85
4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS 114
4.2.1 Suelos del paisaje de montaña volcano-erosional (M)....115
4.2.1.1 Consociación Volcán de Acatenango (MZA) 118
4.2.1.2 Consociación Volcán de Agua (MZB)....123
4.2.1.3 Consociación Faldas Volcán de Acatenango (MDA) 129
4.2.1.4 Consociación Mal Paso (MDB) 134
4.2.1.5 Consociación Volcanes (MJA) 140
4.2.1.6 Consociación Camino Volcán de Agua (MJB)....145
4.2.1.7 Consociación Las Calderas (MJC)....151
4.2.1.8 Consociación Cerro Monterrico (MFA)....157
4.2.1.9 Consociación Quisaché (MSA)....163
4.2.1.10 Consociación Chirosario (MSB) 169
4.2.1.11 Consociación Santa María de Jesús (MSC) 175
4.2.1.12 Consociación Tampico (MSD)....180
4.2.1.13 Consociación La Libertad (MSE)....186
4.2.1.14 Consociación Cerro Agua de las Minas (MSF)....192
4.2.1.15 Consociación Santa Marta (MSG) 197
4.2.1.16 Consociación Miramar (MSH)....202
4.2.1.17 Consociación Las Flores (MSI)....208
4.2.1.18 Consociación Magdalena (MSJ) 215
4.2.1.19 Consociación San José Yalú (MSK)....222
4.2.1.20 Consociación Santa Lucía (MSL) 228
4.2.1.21 Consociación Finca San José Yalú (MSM) 235
4.2.1.22 Grupo Indiferenciado Río San Joaquín (MSM) 242
4.2.1.23 Consociación Valle Primavera (MSO) 247



CONTENIDO **PÁGINA**

4.2.1.24 Consociación Villa Insbruck (MSP) 253
4.2.1.25 Consociación Los Pinos (MNA) 259
4.2.1.26 Consociación El Rejón (MNB) 265
4.2.1.27 Consociación Xeparquiy (MNC) 271
4.2.1.28 Consociación Jocotenango (MND) 276
4.2.1.29 Consociación Parrojas (MNE) 282
4.2.1.30 Consociación Chicasanga (MNF) 288
4.2.1.31 Consociación Milpas Altas (MNG) 294
4.2.1.32 Consociación Parijuyú (MNH) 300
4.2.1.33 Consociación El Tizate (MNI) 306
4.2.1.34 Consociación Buena Vista (MNJ) 312
4.2.1.35 Consociación San Luís (MNK) 317
4.2.1.36 Consociación Pastores (MNL) 322
4.2.1.37 Consociación Aguacatepeque (MBA) 328
4.2.1.38 Consociación Tempisque (MBB) 334
4.2.1.39 Consociación Los Encinos (MBC) 339
4.2.1.40 Consociación Río Blanco (MBD) 346
4.2.1.41 Consociación Chiatinival (MBE) 352
4.2.1.42 Consociación San Juan del Obispo (MQA) 357
4.2.1.43 Consociación Guachipilín (MQB) 363
4.2.1.44 Consociación Nueva Esperanza (MQC) 369
4.2.1.45 Consociación Ciénaga Grande (MQD) 374
4.2.1.46 Consociación Tierra Blanca (MQE) 380
4.2.1.47 Consociación Bola de Oro (MQF) 386
4.2.1.48 Consociación Río Itzapa (MQG) 391
4.2.1.49 Consociación El Tesoro (MCA) 398
4.2.1.50 Grupo Indiferenciado Quebrada de la Virgen (MCB) 403
4.2.1.51 Consociación La Bolsa (MCC) 408
4.2.1.52 Consociación La Carbonera (MHA) 413
4.2.1.53 Consociación Escarpes del Guacalate (MHB) 419
4.2.2 Suelos del paisaje de Altiplano hidro-volcánico (A) 424
4.2.2.1 Consociación Santiago (ASA) 426
4.2.2.2 Consociación Cerritos (ASB) 431
4.2.2.3 Consociación Chuyá (ASC) 437
4.2.2.4 Grupo Indiferenciado Río Xaltayá (ASD) 442
4.2.2.5 Consociación San Lorenzo (ANA) 448
4.2.2.6 Consociación El Tejar (ANB) 454
4.2.2.7 Consociación Parramos (ANC) 461
4.2.2.8 Consociación Casa Blanca (AND) 467
4.2.2.9 Grupo Indiferenciado Los Aposentos (ANE) 472
4.2.2.10 Consociación Río San Luís (ANF) 478
4.2.3 Suelos del paisaje de piedemonte hidro-volcánico (P) 484
4.2.3.1 Consociación Sabana Grande (PSA) 487
4.2.3.2 Consociación Alotenango (PBA) 492
4.2.3.3 Consociación Antigua (PQA) 498
4.2.3.4 Consociación Venecia (PQB) 504
4.2.3.5 Consociación Ciudad Vieja (PQC) 509



CONTENIDO **PÁGINA**

4.2.3.6 Consociación Santiago Zamora (PQD) 515
4.2.3.7 Consociación Agua Blanca (PHA) 520
4.2.3.8 Grupo Indiferenciado Toledo (PHB) 527
4.2.3.9 Consociación Monte María (PHC) 532
4.2.4 Áreas de No Suelos 538
4.2.4.1 Tierras de ceniza (TC) 538
4.2.4.2 Canteras (CN) 538
4.2.4.3 Depósitos de cauce (DC) 539
4.3 BIBLIOGRAFIA 541

CAPITULO 5: CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO 543

5.1 TIERRAS DE LA CLASE I 579
5.2 TIERRAS DE LA CLASE II 579
5.2.1 Subclase por limitaciones de pendiente, erosión y suelo (IIec) 580
5.2.1.1 Grupo de manejo IIec-1 580
5.2.2 Subclase por limitaciones de pendiente, erosión y clima (IIpec) 581
5.2.2.1 Grupo de manejo IIpec-1 581
5.2.3 Subclase por limitaciones de erosión y clima (IIpes) 582
5.2.3.1 Grupo de manejo IIpes-1 582
5.3 TIERRAS DE LA CLASE III 583
5.3.1 Subclase por limitaciones de pendiente (IIIp) 583
5.3.1.1 Grupo de manejo IIIp-1 584
5.3.2 Subclase por limitaciones de pendiente y suelo (IIIs) 584
5.3.2.1 Grupo de manejo IIIs-1 584
5.3.2.2 Grupo de manejo IIIs-2 585
5.3.2.3 Grupo de manejo IIIs-3 586
5.3.3 Subclase por limitaciones de suelo (IIIps) 587
5.3.3.1 Grupo de manejo IIIps-1 587
5.3.3.2 Grupo de manejo IIIps-2 588
5.3.3.3 Grupo de manejo IIIps-3 589
5.4 TIERRAS DE LA CLASE IV 590
5.4.1 Subclase por limitaciones de pendiente (IVp) 591
5.4.1.1 Grupo de manejo IVp-1 592
5.4.1.2 Grupo de manejo IVp-2 593
5.4.2 Subclase por limitaciones de pendiente y erosión (IVs) 594
5.4.2.1 Grupo de manejo IVs-1 594
5.4.2.2 Grupo de manejo IVs-2 595
5.4.2.3 Grupo de manejo IVs-3 596
5.4.3 Subclase por limitaciones de pendiente, erosión y suelo (IVpe) 597
5.4.3.1 Grupo de manejo IVpe-1 597
5.4.4 Subclase por limitaciones de pendiente y suelo (IVps) 598
5.4.4.1 Grupo de manejo IVps-1 598
5.4.4.2 Grupo de manejo IVps-2 598
5.4.4.3 Grupo de manejo IVps-3 599
5.4.4.4 Grupo de manejo IVps-4 601
5.4.5 Subclase por limitaciones de erosión y suelo (IVpes) 602



CONTENIDO **PÁGINA**

5.4.5.1 Grupo de manejo IVpes-1 602
5.5 TIERRAS DE LA CLASE V 603
5.5.1 Subclase por limitaciones de humedad, suelo y clima edáfico (Vhsc)....603
5.5.1.1 Grupo de manejo Vhsc-1....603
5.6 TIERRAS DE LA CLASE VI....604
5.6.1 Subclase por limitaciones de pendiente (VIp)....605
5.6.1.1 Grupo de manejo VIp-1....605
5.6.1.2 Grupo de manejo VIp-2....606
5.6.1.3 Grupo de manejo VIp-3....607
5.6.1.4 Grupo de manejo VIp-4....609
5.6.2 Subclase por limitaciones de suelo (VIs) 610
5.6.2.1 Grupo de manejo VIs-1 610
5.6.2.2 Grupo de manejo VIs-2 611
5.6.2.3 Grupo de manejo VIs-3 612
5.6.2.4 Grupo de manejo VIs-4 613
5.6.3 Subclase por limitaciones de pendiente (VIps) 613
5.6.3.1 Grupo de manejo VIps-1 614
5.6.3.2 Grupo de manejo VIps-2 614
5.7 TIERRAS DE LA CLASE VII 616
5.7.1 Subclase por limitaciones de pendiente (VIIp) 617
5.7.1.1 Grupo de manejo VIIp-1 617
5.7.1.2 Grupo de manejo VIIp-2 618
5.7.1.3 Grupo de manejo VIIp-3 618
5.7.1.4 Grupo de manejo VIIp-4 619
5.7.2 Subclase por limitaciones por erosión (VIIe)....620
5.7.2.1 Grupo de manejo VIIe-1....620
5.7.2.2 Grupo de manejo VIIe-2....621
5.7.3 Subclase por limitaciones de pendiente y erosión (VIIpe)....622
5.7.3.1 Grupo de manejo VIIpe-1....622
5.7.4 Subclase por limitaciones de pendiente y clima (VIIpc)....623
5.7.4.1 Grupo de manejo VIIpc-1....623
5.7.5 Subclase por limitaciones de erosión (VIIpes)....624
5.7.5.1 Grupo de manejo VIIpes-1 624
5.8 TIERRAS DE LA CLASE VIII 625
5.8.1 Subclase por limitaciones de pendiente (VIIIp)....625
5.8.1.1 Grupo de manejo VIIIp-1 626
5.8.1.2 Grupo de manejo VIIIp-2 626
5.8.2 Subclase por limitaciones de erosión y suelo (VIIIc)....627
5.8.2.1 Grupo de manejo VIIIc-1 627
5.8.3 Subclase por limitaciones de clima (VIIIpes) 627
5.8.3.1 Grupo de manejo VIIIpes-1....628
5.9 BIBLIOGRAFÍA....629

***CAPITULO 6: ZONIFICACIÓN DE TIERRAS* 631**

6.1 INTRODUCCIÓN....631
6.2 UNIDADES DE ZONIFICACIÓN DE TIERRAS....634



CONTENIDO **PÁGINA**

6.2.1 Tierras con vocación agrícola....638
6.2.1.1 Cultivos transitorios intensivos (CTI)....638
6.2.1.2 Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)....639
6.2.1.3 Cultivos permanentes intensivos (CPI)....640
6.2.1.4 Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)....642
6.2.2 Tierras con vocación agroforestal....643
6.2.2.1 Agrosilvopastoril (ASP)....643
6.2.3 Tierras con vocación forestal....645
6.2.3.1 Forestal productor (FDP)....645
6.2.4 Tierras con vocación para la conservación....646
6.2.4.1 Conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (ARNB)....647
6.2.4.2 Conservación y Recuperación (CRE)....648
6.2.4.3 Áreas de Reserva Natural....649
6.2.4.3.1 Zona de veda en los volcanes (ZVV)....649
6.2.4.3.2 Reserva forestal protectora de manantiales de la cordillera Alux (RFPA)....650
6.2.4.3.3 Reserva natural privada (RNP)....650
6.2.4.3.4 Sitios arqueológicos (SAR)....650
6.2.5 Centros urbanos....651
6.3 BIBLIOGRAFÍA....652

CAPITULO 7: APLICACIONES ADICIONALES DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS 653

7.1 ASPECTOS FÍSICOS MÁS RELEVANTES....653
7.1.1 Grupos texturales de los horizontes superficiales....653
7.1.2 Porosidad total de los horizontes superficiales....655
7.1.3 Retención de humedad....656
7.1.4 Drenaje natural....657
7.1.5 Profundidad efectiva radicular....658
7.1.6 Síntesis y aplicaciones sobre las características y propiedades físicas....659
7.2 ASPECTOS QUÍMICOS MÁS RELEVANTES....660
7.2.1 pH: Reacción del suelo....660
7.2.2 Capacidad de intercambio de cationes (Actividad del suelo)....662
7.2.3 Saturación de bases....663
7.2.4 Carbono orgánico (materia orgánica)....664
7.2.5 Fósforo asimilable por las plantas....665
7.2.6 Potasio asimilable por las plantas....666
7.2.7 Fertilidad química de lo suelos....667
7.2.8 Síntesis de aspectos físicos y químicos de los suelos del departtamento de Sacatepéquez....668
7.3 ASPECTOS AMBIENTALES DERIVADOS DEL MAPA DE SUELOS....669
7.3.1 Pendiente del terreno....669
7.3.2 Erosión actual de las tierras....671
7.3.3 Limitantes de los suelogs: fragmentos gruesos, profundidad efectiva radicualr y fertilidad natural....672
7.3.4 Intensidad del uso de la tierra....673
7.3.5 Contenido de carbono orgánico de los suelos del departamento de Sacatepéquez y su relación con el secuestro del CO2 atmosférico y el cambio climático global....676



CONTENIDO **PÁGINA**

7.4 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO 677
7.5 BIBLIOGRAFÍA 678

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

ANTECEDENTE i
1. PRIMERA ETAPA DE GABINETE DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS 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 iv
1.1.3 Obtención y readecuación del Mapa de Geología a escala 1:250,000 ix
1.2 Generación del Mapa y Leyenda Geomorfológica x
1.2.1 Fotointerpretación de aerofotografías x
1.2.2 Vectorización de las delineaciones geomorfológica e incorporación al SIG xi
1.2.3 Cálculo de pendientes por medio del SIG para las delineaciones de las unidades geomorfológicas xii
1.2.4 Elaboración de la leyenda geomorfológica xv
1.3 Preparación y planificación del trabajo de campo xvii
1.3.1 Diseño de las herramientas de captura de datos de campo: cajuelas y calicatas xvii
1.3.2 Diseño de las 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 a la leyenda y mapa geomorfológico xxi
2. TRABAJO DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS xxii
2.1 Socialización con las autoridades locales y población xxii
2.2 Realización de las observaciones xxii
2.2.1 Observaciones de cajuela y barrenaje xxii
2.2.2 Corrección de líneas geomorfológicas y delineación preliminar de líneas de suelos xxiv
2.2.3 Ingreso de datos de observaciones a base de datos y definición de la cajuela modal xxv
2.2.4 Apertura de calicata, lectura de perfiles y toma de muestras xxv
2.2.5 Recolección de "monolitos": columnas de suelos representativos xxvii
3. ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS Y CUADROS DE VALORES PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS xxviii
3.1 Análisis de laboratorio de suelos: químicos, físicos y mineralógicos xxvix
3.1.1 Análisis químicos xxvix
3.1.1.1 Potencial de hidrógeno (pH) xxx
3.1.1.2 Saturación del aluminio intercambiable (SAI) xxx
3.1.1.3 Saturación de bases intercambiables (SAB) xxxi
3.1.1.4 Carbón orgánico (CO) xxxi
3.1.1.5 Potasio disponible (K) xxxii
3.1.1.6 Fósforo disponible (P) xxxii
3.1.1.7 Capacidad de intercambio catiónico (CIC) xxxiii
3.1.1.8 Hierro, aluminio y silicio activos xxxiii
3.1.1.9 Índice melánico xxxiii



CONTENIDO **PÁGINA**

3.1.1.10	Calculo de la fertilidad natural de los suelos	xxxiv
3.1.1.11	Resumen de la calificación de propiedades químicas de suelos	xxxv
3.1.2	Análisis físicos realizados	xxxvi
3.1.2.1	Textura	xxxvii
3.1.2.2	Densidad real, específica o de partícula	xxxviii
3.1.2.3	Densidad aparente o de volumen	xxxviii
3.1.2.4	Retención de humedad	xxxviii
3.1.2.5	Coeficiente de extensión lineal	xxxix
3.1.2.6	Límites de Atterberg	xxxix
3.1.2.7	Aplicaciones de las propiedades físicas	xxxix
3.1.2.8	Resumen de la calificación de propiedades físicas de suelos	xl
3.1.3	Análisis mineralógicos	xli
3.1.4	Análisis micromorfológicos	xli
3.1.5	Preparación de monolitos (procesos de preparación y etiquetado)	xlii
4.	**SEGUNDA ETAPA DE TRABAJO DE GABINETE**	**xliii**
4.1	Generación del mapa preliminar de suelos con datos de campo	xliv
4.1.1	Confección de la base datos de calicatas y generación de mapa en formato GIS	xliv
4.1.2	Delineación de las unidades cartográficas de suelos y elaboración de la leyenda preliminar de suelos	xliv
4.2	Obtención del Mapa Final de Suelos y Mapas de aplicaciones	xlvi
4.2.1	Recepción de datos de laboratorio, para realizar la clasificación final de los suelos	xlvi
4.2.2	Obtención del Mapa final de Suelos y su Leyenda respectiva	xlix
4.2.3	Elaboración del Mapa de Capacidad de Uso, Zonificación y otras aplicaciones	l
4.2.3.1	Elaboración del Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras	l
4.2.3.2	Elaboración del Mapa de Zonificación Física de Tierras	lvii
4.2.3.3	Elaboración del Mapa de Uso de la Tierra escala 1:20,000	lix
4.2.3.4	Elaboración del Mapa de Intensidad de Uso de la Tierra	lxi
4.3	Informe Técnico Final	lxiv
5.	**BIBLIOGRAFÍA**	**lxv**

Los siguientes anexos se incluyen en el CD-Rom adjunto:

Anexo B. DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES DE INCLUSIONES Y RÉPLICAS
Anexo C: CUADRO DE RESULTADOS DE PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
Anexo D: GLOSARIO DE TÉRMINOS



CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS GENERALES



Capítulo 1: CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1 LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y LÍMITES

El Departamento de Sacatepéquez se localiza en la región central del país y su cabecera departamental, la Ciudad de Antigua Guatemala, se ubica a 45 kilómetros al sureste de la Ciudad de Guatemala que es la capital del país (ver la ubicación en la Figura 1.1). La mayor parte del territorio departamental se encuentra ubicado en las tierras altas del país y posee varios paisajes característicos: el paisaje de montaña volcano-erosional en el que destacan las cimas del volcán de Agua (con 3,753 metros sobre el nivel del mar), el volcán de Fuego (3,829 msnm) y el de Acatenango (3,827 msnm); otros paisajes representativos son los paisajes de altiplano hidro-volcánico en la parte central del departamento y el paisaje de piedemonte hidro-volcánico que forma un pronunciado declive en dirección sur y hacia la planicie costera de Pacífico.

Esta unidad político administrativa ocupa una extensión territorial aproximada de 536 km² (según la base geográfica y digital del Instituto Geográfico Nacional), limita al norte y al oeste con el departamento de Chimaltenango, al norte y el este con el departamento de Guatemala y al sur con el departamento de Escuintla. Los climas son muy variados, en el sur del departamento los climas son cálidos y en la medida que se asciende hacia las zonas más elevadas, los climas se trasforman en templados con diferentes categorías de humedad; en las cimas volcánicas se encuentran climas fríos.

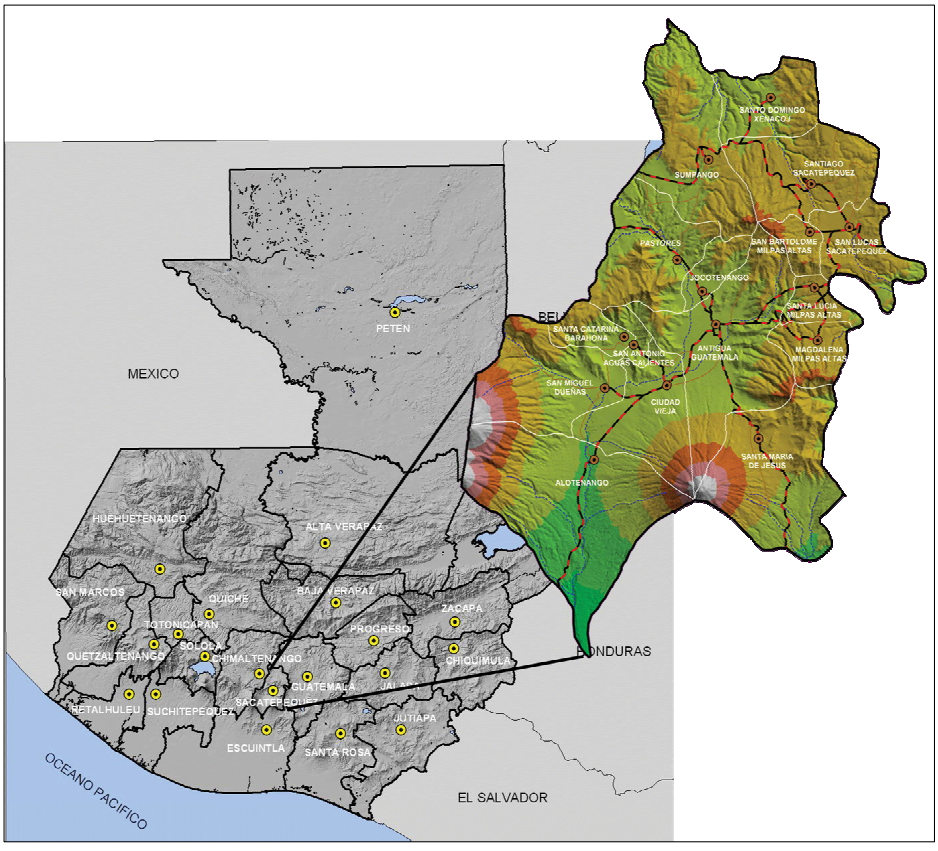


Figura 1.1 Localización del departamento de Sacatepéquez

El departamento se encuentra dividido por dos grandes parteaguas que drenan las aguas de escorrentía hacia dos vertientes: la vertiente del Mar Caribe y la vertiente del Océano Pacífico. El departamento posee cuatro cuencas, de las cuales la cuenca del río Motagua que se ubica al norte del departamento, es la única que drena hacia el Mar Caribe. Las cuencas de los ríos María Linda, Achiguate y Coyolate drenan sus aguas en dirección sur hacia al Océano Pacífico.

1.2 DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

Con base a la Ley Preliminar de Regionalización, Decreto 70-86, el país se divide en 8 regiones y el departamento de Sacatepéquez conforma la Región V, denominada "Central", conjuntamente con los departamentos de Chimaltenango y Escuintla. Administrativamente, el municipio se divide en 16 municipios, con la codificación y nombres que se muestran en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.1 División Político – Administrativa a nivel municipal

Código	Municipio	Superficie	
		Km²	%
301	Antigua Guatemala	68.860	12.85
302	Jocotenango	9.948	1.86
303	Pastores	39.160	7.31
304	Sumpango	50.500	9.42
305	Santo Domingo Xenacoj	24.760	4.62
306	Santiago Sacatepéquez	40.440	7.54
307	San Bartolomé Milpas Altas	8.346	1.56
308	San Lucas Sacatepéquez	23.260	4.34
309	Santa Lucía Milpas Altas	9.190	1.71
310	Magdalena Milpas Altas	14.560	2.72
311	Santa María de Jesús	60.780	11.34
312	Ciudad Vieja	35.710	6.66
313	San Miguel Dueñas	44.740	8.35
314	Alotenango	90.060	16.80
315	San Antonio Aguas Calientes	5.146	0.96
316	Santa Catarina Barahona	10.540	1.97
Totales		**536.00**	**100.00**

Fuente: IGN, 1978.

1.3 POBLACIÓN

Del total de la población, el 42% es de origen indígena y principalmente de la etnia Kaqchikel. El Censo Nacional de Población del año 2002 (INE, 2003) y las proyecciones de crecimiento para el año 2010 que realizó este instituto (INE, 2006), indican que el estimado de población al año proyectado fue de 310,036 habitantes, constituidos por 152,971 hombres y 157,065 mujeres. La mayor parte de la población se ubica en el área urbana con 261,050 habitantes y 48,986 habitantes ó el 16% del total de la población, se ubica en el área rural. En el Cuadro 1.2 se describe la estructura de la población a nivel municipal.

Cuadro 1.2 Población por género en el área urbana y rural. Datos proyectados al año 2010

Municipio		Total	Hombres	Mujeres	Indígena	No indígena	Urbano	Rural
301	Antigua Guatemala	44,786	21,728	23,058	3,547	41,239	37,710	7,076
302	Jocotenango	20,357	9,751	10,606	1,176	19,181	17,141	3,216
303	Pastores	14,481	7,276	7,205	865	13,616	12,193	2,288
304	Sumpango	35,938	17,900	18,038	32,798	3,140	30,260	5,678

Municipio		Total	Hombres	Mujeres	Indígena	No indígena	Urbano	Rural
305	Santo Domingo Xenacoj	9,915	4,853	5,062	9,179	736	8,348	1,567
306	Santiago Sacatepéquez	28,167	13,993	14,174	23,893	4,274	23,717	4,450
307	San Bartolomé Milpas Altas	7,996	3,908	4,088	4,990	3,006	6,733	1,263
308	San Lucas Sacatepéquez	23,997	11,751	12,246	2,800	21,197	20,205	3,792
309	Santa Lucía Milpas Altas	14,138	7,020	7,118	1,082	13,056	11,904	2,234
310	Magdalena Milpas Altas	10,436	5,239	5,197	4,699	5,737	8,787	1,649
311	Santa María de Jesús	16,308	8,267	8,041	16,160	148	13,731	2,577
312	Ciudad Vieja	34,147	16,806	17,341	791	33,356	28,752	5,395
313	San Miguel Dueñas	10,905	5,309	5,596	1,124	9,781	9,182	1,723
314	Alotenango	25,107	12,685	12,422	18,127	6,980	21,140	3,967
315	San Antonio Aguas Calientes	9,965	4,828	5,137	9,349	616	8,391	1,574
316	Santa Catarina Barahona	3,393	1,658	1,735	3,232	161	2,857	536
Total		**310,036**	**152,971**	**157,065**	**133,812**	**176,224**	**261,050**	**48,986**

Fuente: INE, 2006.

La densidad promedio de la población es de 578 habitantes por kilómetro cuadrado, tasa muy elevada ya que triplica la tasa promedio nacional que es de 132 habitantes/km^2. Sin embargo, la tasa de crecimiento anual de la población es ligeramente superior al promedio nacional ya que se sitúa en el orden del 2.778%. Con esta tasa de crecimiento al aplicar la fórmula simplificada del crecimiento geométrico de Bocaz que ha sido diseñada para series de datos menores a 10 años, se obtiene que la población se duplica cada 25 años.

La fórmula se muestra a continuación[1]:

$$\mathbf{r} = \frac{2}{t} * \left(\frac{N^t - N^0}{N^t + N^0} * \right) \mathbf{k}$$

Donde "**r**" indica el crecimiento anual de la población en porcentaje; "**t**" es el intervalo de años analizado (8 años, del 2002 al 2010). "$\mathbf{N^0}$" dato inicial de población, "$\mathbf{N^t}$" dato final de población en el tiempo analizado; "**k**" es una constante con valor 100. Para calcular el tiempo de duplicación se utilizó la siguiente ecuación:

$$\mathbf{T: [0.69315/r]*100}$$

Donde "**r**" es el crecimiento anual de la población.

1.4 VIAS DE COMUNICACIÓN

La principal vía de comunicación es la Carretera Interamericana CA-1 que atraviesa la zona norte del departamento. Esta carretera que une la frontera de México con la frontera de El Salvador se dirige a la ciudad capital. Asimismo, el departamento cuenta con dos importantes vías asfaltadas, la Ruta Nacional 10 que une la ciudad de la Antigua con la cabecera municipal de San Lucas Sacatepéquez y entronca con la mencionada CA-1 y la Ruta Nacional 14 que enlaza la ciudad de la Antigua con la

[1] r = 2/8 * [310,036-248,019/310,036+248,019]*100
r = 2.778%
t = [0.69315/2.778]*100
t = 25 años

cabecera departamental de Escuintla y ciudad de Antigua con la CA-1 en Chimaltenango. En general el departamento se encuentra bien comunicado con vías principales, secundarias y de terracería.

1.5 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Las principales fuentes de ingresos económicos de la población del departamento de Sacatepéquez, se basan en la agricultura y el turismo.

En lo referente a la producción agrícola, la superficie del departamento utilizada para esta actividad corresponde al 49.6% del total departamental y las tierras están dedicadas a producir granos básicos, hortalizas a campo abierto y bajo invernadero, café, frutales, caña de azúcar, pastos naturales y cultivados, y otros. A su vez el departamento cuenta con la Ciudad de Antigua Guatemala, actualmente el segundo destino turístico nacional, con influencia sobre el resto de municipios que conforman el departamento, por lo que el turismo es una actividad de mucha importancia económica para los pobladores del departamento, ya que dispone de abundante patrimonio cultural y natural tal como diversos museos, parques ecológicos, áreas protegidas, fincas ecoturísticas y otros, en torno al cual existe una fuerte infraestructura turística famosa a nivel mundial.

La descripción de estas actividades se realiza a continuación:

1.5.1 Actividad Agrícola

Respecto a la producción agrícola del departamento, el Censo Agropecuario 2003 (INE, 2004), reporta un volumen de 1.2 millones de quintales de los productos agrícolas mostrados en el Cuadro 1.3 y en la Figura 1.2 se muestra un resumen por rubro agrícola, expresado en porcentaje.

Cuadro 1.3 Principales cultivos del departamento de Sacatepéquez

Productos agrícolas		Volumen de producción	
		Quintales (qq)	%
Granos básicos	Maíz de otros colores	1,145	0.1%
	Maíz amarillo	17,860	1.5%
	Maíz blanco	130,005	11.3%
	Frijol negro	17,915	1.6%
Frutales	Banano	1,211	0.1%
	Limón	2,616	0.2%
	Macadamia	4,650	0.4%
	Níspero	5,197	0.5%
	Manzana	5,644	0.5%
	Pera	12,091	1.0%
	Mora y Frambuesa	17,232	1.5%
	Naranja	19,075	1.7%
	Durazno y Melocotón	27,437	2.4%
	Aguacate	52,411	4.5%
Hortalizas	Bledo	1,034	0.1%
	Perejil	1,371	0.1%
	Hierba mora	1,607	0.1%
	Apio	1,754	0.2%
	Puerro	3,148	0.3%

Productos agrícolas		Volumen de producción	
		Quintales (qq)	%
Hortalizas	Espinaca	3,987	0.3%
	Acelga	4,432	0.4%
	Brócoli	4,454	0.4%
	Camote	5,191	0.4%
	Culantro	5,433	0.5%
	Pepino	5,684	0.5%
	Güisquil	5,886	0.5%
	Ejote Francés	6,390	0.6%
	Coliflor	6,927	0.6%
	Chile pimiento	7,391	0.6%
	Arveja	7,575	0.7%
	Güicoy	8,732	0.8%
	Cebolla	9,475	0.8%
	Espárrago	10,623	0.9%
	Repollo	11,711	1.0%
	Zanahoria	13,439	1.2%
	Rábano	14,467	1.3%
	Remolacha	24,434	2.1%
	Arveja China	26,276	2.3%
	Ejote	27,489	2.4%
	Tomate	39,261	3.4%
	Lechuga	80,893	7.0%
Café		395,102	34.2%
Caña de azúcar		63,381	5.5%
Flores y ornamentales		34,129	3.0%
Otros		8,291	0.7%
TOTAL		1,154,456	100.0%

Fuente: INE, 2004.

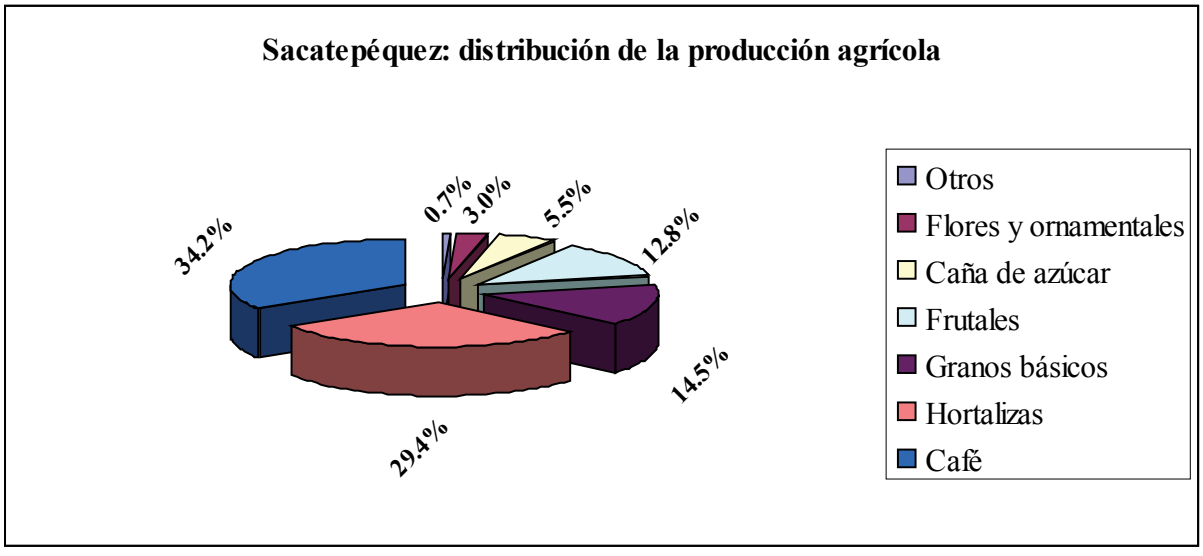


Figura 1.2 Distribución de los principales rubros de producción agrícola del departamento de Sacatepéquez (INE, 2004)

De acuerdo a lo presentado en la Figura 1.2, una descripción de los rubros de producción es el siguiente:

- **Café:** la producción de café cereza alcanza el 34.2% del total de la producción agrícola departamental, distribuyéndose las principales áreas de cultivo y producción en los municipios de Alotenango, Antigua Guatemala, San Miguel Dueñas, Ciudad Vieja, Jocotenango y Pastores. Desde el punto de vista de la calidad del café producido en el país y sus aportes a la economía, el que se produce en el departamento es importante ya que se constituye en uno de los 8 cafés regionales del país, bajo la denominación "Antigua tradicional" (ANACAFÉ, 2011). La distribución de la producción por municipio, de aquellos municipios que producen arriba de 1,000 quintales anuales, se muestra en la Figura 1.3, a continuación:

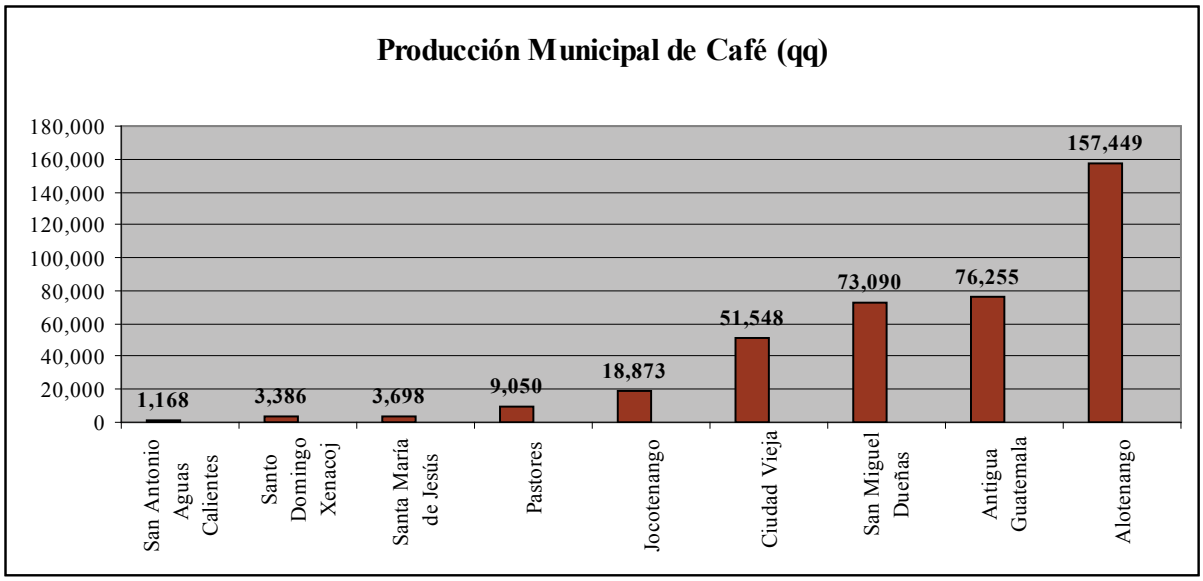


Figura 1.3 Producción de café cereza por municipio en el departamento (INE, 2004)

La sumatoria de las producciones mostradas es equivalente a 394,517 qq, ya que 585 qq son aportados por los municipios de Santa Lucía Milpas Altas, Santa Catarina Barahona, San Lucas Sacatepéquez y Magdalena Milpas Altas.

- **Hortalizas:** alcanzan el 29.4% de la producción agrícola departamental, principalmente se cultivan lechuga, tomate, ejote, arveja china, remolacha, rábano, zanahoria, repollo y espárrago, así como otras 18 variedades de hortalizas de clima templado y frío, las cuales tienen como destino los mercados regionales, nacional e internacional, principalmente el de El Salvador.

  Las hortalizas de exportación, son producidas por empresas agroexportadoras que poseen medianas y grandes superficies dedicadas a esta actividad, mientras que en otro caso la producción se lleva a cabo en pequeñas parcelas de pequeños productores vinculados a cadenas comerciales con las agroexportadoras. Estos vegetales que constituyen "productos agrícolas no tradicionales de exportación", se producen en los municipios de San Lucas Sacatepéquez, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj, Magdalena Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas, principalmente; no obstante los pobladores dedican la mayor parte de sus tierras a la producción de maíz, frijol y hortalizas para consumo interno.

- **Granos básicos:** la producción de maíz (blanco y amarillo principalmente) y frijol negro alcanza el 14.5% de la producción agrícola departamental, se realiza principalmente para el autoconsumo y por lo tanto se considera importante para la seguridad alimentaria local.

- **Frutales:** con un aporte a la producción agrícola del 12.8%, las principales variedades de frutales cultivadas en el departamento son pera, berries (mora, frambuesa), naranja, melocotón, durazno y aguacate, aunque son cultivos importantes para el mercado local, la producción generalmente se realiza a nivel de huertos familiares distribuidos en la mayoría de municipios.

- **Caña de azúcar:** la producción de caña de azúcar alcanza el 5.5% de la producción agrícola departamental, localizándose la principal producción en el municipio de Alotenango, al sur del departamento.

- **Flores y ornamentales:** la producción de estas es del 3% de la producción total, generalmente son producidas en invernadero en los municipios de Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y Pastores.

1.5.2 Actividad ganadera

La actividad ganadera del departamento está compuesta por un hato ganadero de los tipos porcino (16,017 cabezas), bovino (3,041 c.), ovino (570 c.) y caprino (818 c.), la sumatoria de cabezas es equivalente al 2.0% del hato nacional reportado por el Censo Nacional Agropecuario del año 2003 (INE, 2004).

La distribución porcentual del hato ganadero departamental se muestra en la Figura 1.4, a continuación.

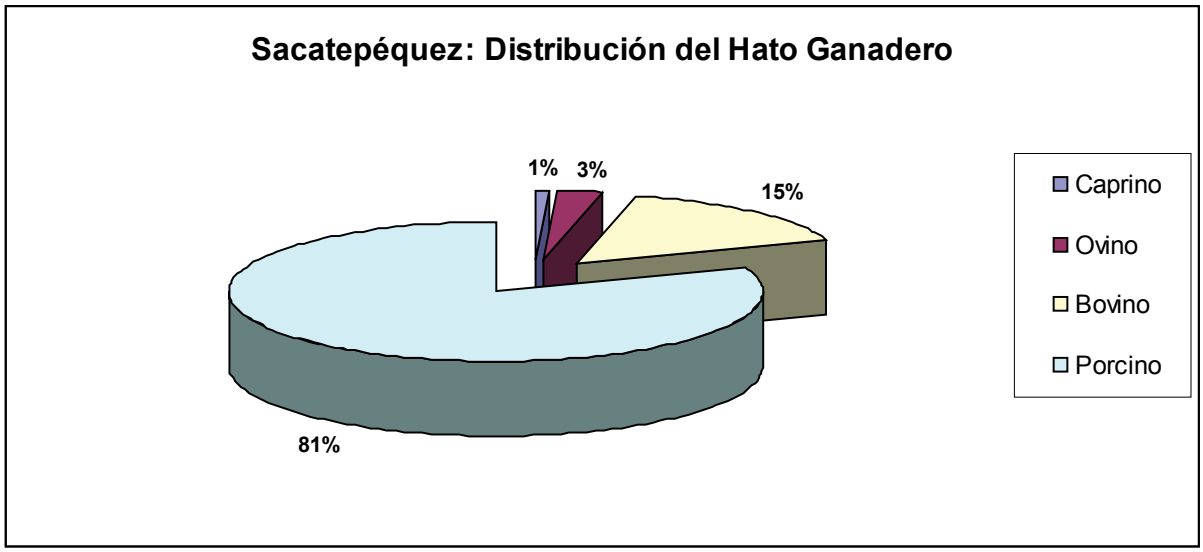


Figura 1.4 Distribución de la producción ganadera en el departamento de Sacatepéquez (INE, 2004)

De acuerdo con lo mostrado en la figura anterior, el ganado porcino es el mayoritario y cuenta con 1,194 fincas tecnificadas y semi-tecnificadas que producen más de 8,500 cabezas anuales.

1.5.3 Actividad forestal

Según el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra (MAGA, 2010), mostrado en la Figura 2.35 del Capítulo II, el departamento cuenta con una superficie forestal equivalente al 33.5% del área total del departamento, con los tipos de bosque mixto (20.8%), bosque latifoliado (12.4%) y bosque de coníferas (0.3%).

En los tipos de bosques indicados se dan actividades de manejo forestal, aprovechamiento y reforestación principalmente, con base a los registros de autorización de aprovechamiento forestal del Instituto Nacional de Bosques (INAB), se muestran las superficies forestales y volúmenes aprovechados durante el período 2006 -2010.

Cuadro 1.4 Volumen de aprovechamiento forestal (m³) realizado en fincas forestales de Sacatepéquez

Año	Superficie aprovechada (ha)	Volumen troza (m³)	Volumen leña (m³)	Volumen total (m³)
2006	143.6	891.9	1,812.2	2,704.1
2007	194.1	5,044.8	3,856.5	8,901.3
2008	49.6	1,298.8	1,480.9	2,779.7
2009	11.7	1,182.9	844.2	2,027.1
2010	186.4	788.9	468.9	1,257.88

Fuente: SIFGUA, 2011.

De acuerdo con los datos reportados en la tabla anterior, el aporte de la actividad forestal a la economía del departamento es marginal, ya que las áreas bajo aprovechamiento y los volúmenes maderables aprovechados son bastante bajos. Por otra parte, el sector empresarial vinculado al sector forestal del departamento se muestra en el Cuadro 1.5.

Cuadro 1.5 Empresas forestales activas al año 2011, departamento de Sacatepéquez

Departamento	Total de empresas registradas activas	Industrias forestales	Depósitos forestales	Exportadores-importadores	Empresas de servicios forestales	Viveros	Extractores y recolectores	Empresas de motosierras
Sacatepéquez	96	30	34	29	--	3	--	--

Fuente: SIFGUA, 2011.

1.5.4 Actividad minera

Según el Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2010), en el departamento existen 6 licencias de explotación de los materiales siguientes: basalto andesítico; andesita y arena; arena pómez, amarilla (selecto) y arena volcánica, los cuales se localizan en varios municipios, ver Cuadro 1.6.

Cuadro 1.6 Empresas con licencia de explotación minera en el departamento

Nombre	Tipo (Registro)	Mineral	Municipio
Pedrera El Pilar	Explotación (LEXT-112)	Basalto andesítico	Antigua Guatemala
Cantera La Rinconada	Explotación (LEXT-426)	Andesita y arena	Antigua Guatemala
Arenera El Carmen	Explotación (LEXT-337)	Arena pómez, amarilla (selecto), basalto	San Lucas Sacatepéquez y Villa Nueva
Agregados Barranca Honda	Explotación (LEXT-231)	Basalto, andesita y arena volcánica	Alotenango
El Chorro	Explotación (LEXT-132)	Basalto andesítico	Santa María de Jesús y Palín
Explotación de Minerales Hilda	Explotación (LEXT-048-05)	Basalto andesítico	San Bartolomé Milpas Altas y Antigua Guatemala

Fuente: MEM, 2010.

1.5.5 Actividad artesanal

Respecto a la elaboración de artesanías, en el departamento se producen artesanías de tipo textil, cerámica, hierro forjado, orfebrería, cerería, cestería, jarcia y muebles de madera. De acuerdo con la Figura 1.5, el departamento ocupa el 4º lugar a nivel nacional en mano de obra artesanal (CECI, 2006).

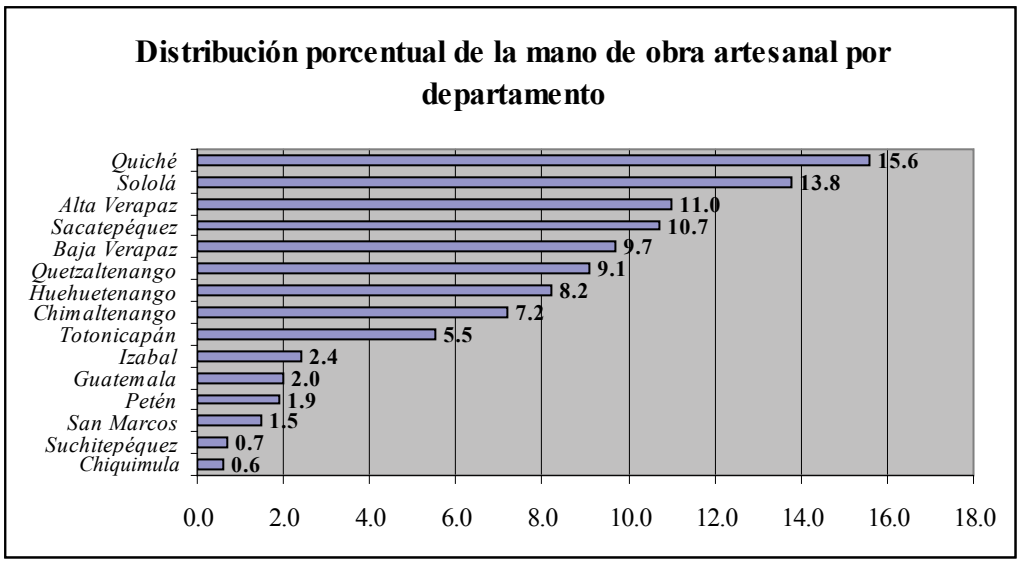


Figura 1.5 Distribución de la mano de obra artesanal en el país (CECI, 2006)

La producción artesanal por tipo y municipio se describe a continuación (INGUAT, 2011):

- **Tejidos:** entre los municipios que elaboran tejidos de algodón está Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Santiago Sacatepéquez, Pastores, Jocotenango, Santa Catarina Barahona, San Antonio Aguas Calientes, La Antigua Guatemala, San Lucas Sacatepéquez, Ciudad Vieja, Magdalena Milpas Altas y Santa María de Jesús.

- **Cerámica:** la cerámica en Antigua Guatemala, puede dividirse en vidriada mayólica y pintada. El vidriado fue desarrollada en España por los alfareros hispano-moriscos de Córdoba, Sevilla, Murcia y Mallorca; la cerámica era usada por los españoles y criollos y los colores eran verdes, naranja y azul sobre el blanco. Actualmente la Antigua Guatemala es el principal productor de mayólica, se usa como materia prima la arcilla de El Tejar y arena blanca local. Respecto a la cerámica pintada, se exponen principalmente las artesanías de frutas y verduras, trabajadas en los municipios de Pastores y San Miguel Dueñas. Se incluye dentro de esta técnica, la denominada cerámica de transición que se refiere a la que es vidriada parcialmente, no usa torno y es quemada al aire libre.

- **Hierro forjado:** ocupa la producción de balcones, faroles, tocadores, aldabones y lámparas. Se elaboran en los municipios de Santiago Sacatepéquez, San Antonio Aguas Calientes, La Antigua Guatemala, Santa María de Jesús y Alotenango.

- **Orfebrería:** los minerales trabajados son plata y oro, entre las artesanías elaboradas con estos materiales están cadenas, pulseras, anillos, esclavas y dijes. Se trabaja oro y plata en la Antigua Guatemala; plata en Santa María de Jesús; candiles, candeleros y lámparas se elaboran con hojalata y se fabrican en los municipios de La Antigua Guatemala, Santa María de Jesús y San Antonio Aguas Calientes.

- **Cerería:** en este rubro se elaboran velas de diversos colores y tamaños, veladoras, palmatorias, cirios y los exvotos, que son pequeñas figuras en forma de cuerpos completos de hombres o de mujeres, o de cualquiera de sus miembros como cabezas, brazos, ojos y piernas. Se trabajan en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Pastores, La Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y San Miguel Dueñas.

- **Cestería:** la materia prima utilizada para elaborar productos de cestería es variada, se utiliza la palma, tul, mimbre, cibaque, paja de trigo, bambú y corteza de cajeta. El bambú y la corteza de cajeta se usa como base, pie o urdimbre de cestería; entre los municipios que elaboran artesanía de este tipo está Jocotenango, San Bartolomé Milpas Altas, Santa Catarina Barahona, San Miguel Dueñas, Ciudad Vieja y Alotenango.

- **Jarcia:** Los productos de jarcia tales como hamacas, redes de carga, gamarrones y otros son manufacturados a partir de fibra de maguey, en los municipios de Jocotenango, Santa Catarina Barahona, Ciudad Vieja, Santa María de Jesús y Alotenango.

- **Muebles e instrumentos musicales:** muebles de madera e instrumentos musicales tales como guitarras, violines y contrabajos, se manufacturan en los municipios de Jocotenango, La Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y San Antonio Aguas Calientes.

1.5.6 Actividad turística

Los 10 lugares más visitados por los turistas a nivel nacional, durante los últimos años son: Ciudad Capital (68.4%), **Antigua Guatemala (35.7%),** Atitlán (16.1%), Costa del Pacífico (13.1%), Tikal (12.0%), Quetzaltenango y Esquipulas (6.7%), Izabal (5.5%), Chichicastenango (4.8%) y las Verapaces (2.5%); mientras que el ingreso de visitantes y divisas durante el período 2007 al 2010 se comportó como se muestra en la Figura 1.6, con incrementos promedios anuales de 4.86% y 4.76%, respectivamente.

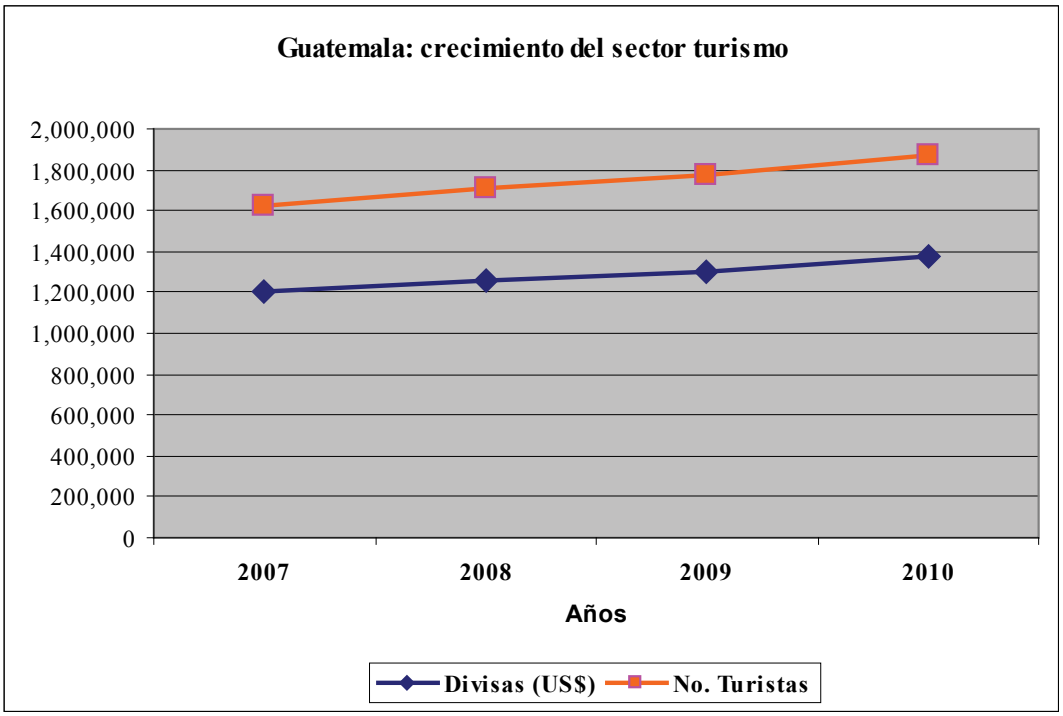


Figura 1.6 Crecimiento del sector turismo durante el período 2007-2010 (INGUAT, 2011)

El departamento de Sacatepéquez forma parte de un importante sistema para el desarrollo del turismo a nivel nacional, ya que integra parte de lo que el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) ha denominado la Guatemala Moderna y Colonial, que tiene como principales atractivos la modernidad de la Ciudad de Guatemala y la riqueza cultura y natural de la antigua capital del país, así como la influencia de la misma hacia el resto del departamento.

Las principales atracciones turísticas del departamento, están distribuidas en todos los municipios, sin embargo estos no disponen de los servicios necesarios (alojamiento y alimentación principalmente), por lo que es la ciudad de Antigua Guatemala quien se convierte en el núcleo de operaciones del turista nacional e internacional. Las principales atracciones son:

- **Fincas ecoturísticas:** Filadelfia y Valhalla.
- Centro Cultural La Azotea.
- **Museos:** Casa Popenoe, Arte Colonial, Arte Precolombino y Vidrio, Arte Religioso del Hermano Padre, Artesanías y Farmacia Antigua, Libro Antiguo, Tejido Antiguo, Traje Indígena, Santiago de los Caballeros, Armas, Artesanías.
- **Otras:** La catedral Metropolitana, el palacio de los Capitanes Generales, el palacio del Noble Ayuntamiento, el palacio Arzobispal, las iglesias La Merced, San Francisco (que contiene la tumba del Beato Hermano Pedro de Betancourt), Santa Clara; La Recolección y Capuchinas, entre otras. Además la Casa K'ojom, ubicada en la Calle de la Recolección, es un centro de investigación de la música tradicional guatemalteca y comprende un museo de instrumentos musicales tradicionales.

Mientras que a nivel del departamento, otras atracciones turísticas lo constituyen: los parques ecológicos Senderos de Alux; sendero ecológico de Milpas Altas; Finca Florencia; área protegida El Jute; el mercado de San Lucas Sacatepéquez; iglesia y mercado municipal de Jocotenango; los volcanes de Agua, Fuego y de Acatenango; elaboración y concurso de barriletes en Santiago Sacatepéquez y Sumpango; las ventas de artículos típicos en San Antonio Aguas Calientes y entre otras.



1.6 BIBLIOGRAFÍA

CECI - SOCODEVI. 2006. Análisis del subsector económico de artesanías en el departamento de Sololá, Guatemala. Proyecto Desarrollo Económico - Rural del Departamento de Sololá. Sde. 28 p.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1978. Diccionario geográfico de la República de Guatemala. Compilado por Francis Gall. Guatemala, 3 v.

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). Sistema nacional de información estadísticas forestal de Guatemala -SIFGUA-. 2011. Estadísticas 2011. Disponible en http://www.sifgua.org.gt/Miembros/Estadisticas.aspx

INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2006. Proyecciones de población y lugares poblados con base al XI Censo de Población y VI de Habitación 2002, período 2000-2020. XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación. INE, Dirección de Censos y Encuestas. sde. 10 p.

____. 2004. IV Censo nacional agropecuario. INE, MAGA, FAO 2003. 3 v.

____. 2003. XI Censo nacional de población y VI de habitación. Dirección de Censos y Encuestas, 2002. 275 p.

INGUAT (Instituto Guatemalteco de Turismo, GT). 2011. Consultado septiembre 2011. Disponible en: http://www.visitaguatemala.com/web/index.php?option=comcontent&task=view=12&Itemid=993

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo. 2011. Mapa de uso actual de la tierra del departamento de Sacatepéquez, obtenido a través de ortofotos a escala 1:15,000 y metodologías participativas Leyenda: método CorineLandCover. Inédito.

MEM (Ministerio de Energía y Minas, GT). 2010. Base de datos de explotaciones mineras. Consultado septiembre 2011. Disponible en http://www.mem.gob.gt/portal/MEMDocuments/DGM/CatastroEnLinea/DerechosMineros/julio_11/ot_sacatepequez.pdf



CAPÍTULO 2

ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL



Capítulo 2: ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL

En este capítulo se tratan diferentes aspectos del medio natural como geología, geomorfología, clima, hidrografía, cobertura y uso de la tierra, los cuales tienen marcada influencia en la formación y evolución de los suelos y tierras.

2.1 GEOLOGÍA

La República de Guatemala está directamente vinculada con la tectónica de placas y con el cinturón de fuego del Pacífico, razón por la cual presenta una gran actividad sísmica y volcánica. El departamento de Sacatepéquez obviamente participa de ello, un ejemplo de lo anterior está dado por la presencia de tres de sus más imponentes volcanes, responsables de las distintas formas de la tierra y materiales sobre los cuales se han desarrollado los suelos de esta región.

La geología del departamento está constituida por una variedad de materiales de origen volcánico, los cuales son muestra de la evolución del istmo centroamericano que es una región relativamente "joven" en términos geológicos. Según Dengo (1973), la evolución geológica del istmo ha tenido la secuencia que se indica en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Evolución geológica de Centro América

Era / Período	Límites temporales (años)	Evento evolutivo
Mesozoico / Jurásico	160,000,000	América del Sur aún permanece unida a África.
	130,000,000	América del Sur principia a separarse de África
		Surgimiento de las protoAntillas
Mesozoico / Cretácico	100,000,000	África completamente separada de América del Sur
	80,000,000	Comienza a emerger América Central Septentrional, por fuerte actividad volcánica y tectónica: surgen el altiplano de Chiapas, Centro y parte montañosa del sur de Guatemala, Honduras, El Salvador y norte de Nicaragua
Cenozoico / Terciario	60,000,000	América del Norte y América Central Septentrional se encuentran separadas de América del Sur por una porción marina
		América Central Septentrional, mediante actividad volcánica, aumenta su extensión hacia el sur de Nicaragua y Costa Rica
Cenozoico / Cuaternario	2,000,000	Surge la región de Panamá, con lo que el istmo centroamericano se consolida.

Fuente: Dengo, 1973.

De acuerdo con lo que se indica en el Cuadro 2.1, en el período Cretácico comenzó a emerger el istmo centroamericano del fondo del océano, por lo que las rocas originales estuvieron conformadas por carbonatos cálcicos de origen marino. En la parte central del país y debido a la constante actividad volcánica las rocas originales fueron cubiertas por enormes mantos de ceniza volcánica.

2.1.1 La influencia tectónica

La geología del país se explica a través del concepto de "tectónica de placas" ya que en este territorio confluyen 3 de las 15 placas existentes en el planeta; estas son la Placa de Cocos, la Placa de Norteamérica y la Placa del Caribe. Ver Figura 2.1.

Existe un proceso de subducción en las costas del Pacífico de Guatemala, provocado por el empuje de la placa de Cocos hacia la placa del Caribe. Este proceso causa la actividad volcánica que se proyecta paralela a la costa del Pacífico. Esta actividad volcánica es de tipo andesítica y basalto-andesítica. Las enormes erupciones de caldera, de tipo pómez silíceo, que se sucedieron en el pasado geológico del país, fueron en su conjunto el producto final que permitió la diferenciación físico-química de los magmas producidos por la subducción. La zona de fallas del Motagua-Polochic (actualmente activas), marcan la frontera entre las placas de Norteamérica y del Caribe, sobre ésta última se ubica el departamento de Sacatepéquez.

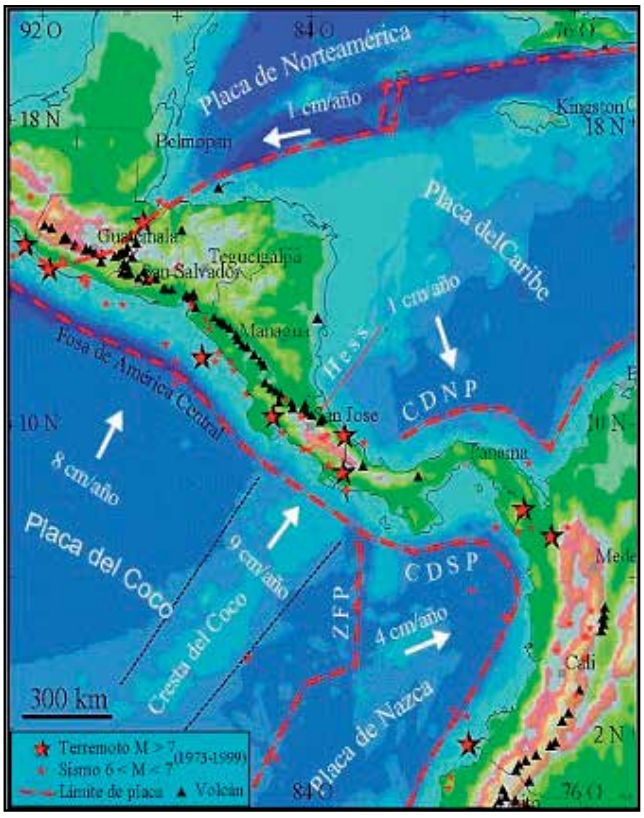


Figura 2.1 Tectónica de placas en Centroamérica (Fuente: Atlas.marn.gob.sv, 2011)

La geología y relieve del país, como se aprecian en la actualidad, probablemente principiaron a tomar forma durante el Mioceno (hace unos 20 millones de años), durante un período de levantamiento masivo en el cual hubo un incremento en la actividad volcánica. La erosión posterior y la continua actividad volcánica crearon el desnivel orográfico mayor a 3,000 metros, que existe entre los actuales 3,827 msnm del volcán Acatenango hasta los 600 msnm del cauce del río Motagua al norte del departamento de Guatemala (Bonnis, 2009). Como resultado de los fenómenos tectónicos se han formado en Guatemala aproximadamente 320 elevaciones de origen volcánico, de donde sobresalen 37 volcanes importantes (MacKenney, 1987).

2.1.2 La geología del departamento de Sacatepéquez

Con base en la hoja "Guatemala" del Mapa Geológico de la República de Guatemala a escala 1:250,000 del país (IGN, 1993), en el Cuadro 2.2 y Figura 2.2 se muestra la distribución de los principales materiales geológicos presentes en el departamento.

Cuadro 2.2 Distribución de los materiales geológicos de Sacatepéquez

Nombre del material	Símbolo	km²	%
Materiales volcánicos del Terciario	Tv	233.2	43.5
Abanicos laháricos y fluviales del Cuaternario	Ql	95.3	17.8
Materiales volcánicos sin especificar del Cuaternario	Qv	86.9	16.2
Aluviones del Cuaternario	Qa	61.4	11.5
Pómez del Cuaternario	Qp	59.2	11.1
Total		**536.0**	**100.0**

La mayoría de los materiales geológicos presentes son de origen volcánico y ocupan el 100% de la superficie del departamento. En la Figura 2.2 se presenta el mapa geológico del departamento.

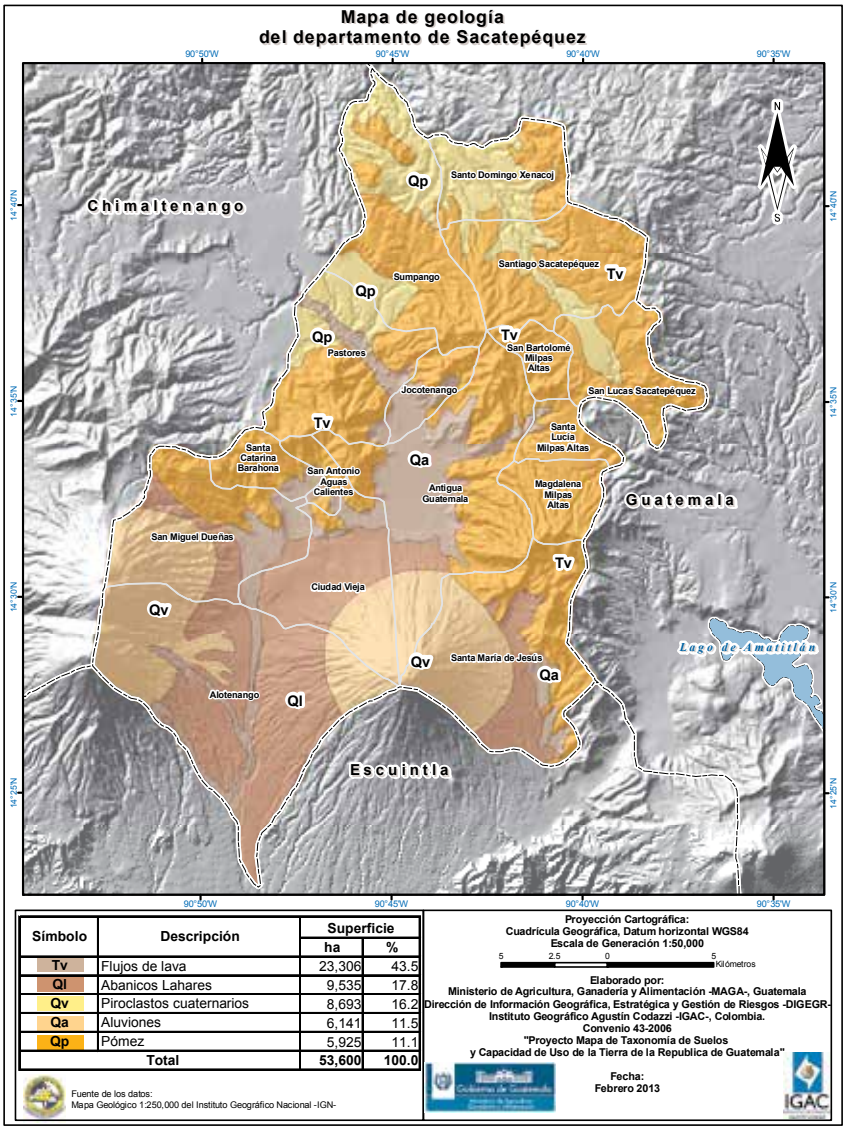


Figura 2.2. Mapa geológico del departamento de Sacatepéquez (IGN, 1993)

La descripción de los materiales geológicos del departamento es la siguiente:

2.1.2.1 Materiales volcánicos del Terciario (Tv)

Estos materiales volcánicos se encuentran en inmediaciones de los municipios de Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, Pastores, Jocotenango, Antigua Guatemala, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, San Miguel Dueñas, Ciudad Vieja y Santa María de Jesús; ocupan un área de 23,306 hectáreas, equivalentes al 43.5% de la superficie del departamento.

Las principales rocas que conforman esta unidad geológica corresponden a andesita (roca ígnea volcánica de composición intermedia: plagioclasa, piroxeno y/o hornblenda, sin feldespato potásico); dacita (roca ígnea volcánica de composición intermedia entre la andesita y la riolita, integrada por plagioclasa, biotita, hornblenda y piroxeno) y riolita (roca ígnea volcánica de composición félsica, con cuarzo, feldespato potásico dominante sobre la plagioclasa y uno o más ferromagnesianos como biotita y hornblenda).

Vinculados con estos materiales se presentan tobas, flujos de lava, materiales laháricos, sedimentos volcánicos, piroclastos y lodos provenientes de los complejos estrato-volcánicos; todos los materiales mencionados también conforman los domos y en unión con desplazamientos de tierra y deslizamientos hacen parte del material sobre el cual se forman los suelos. En ellos las cenizas volcánicas, pómez y lapilli están ampliamente distribuidos.

2.1.2.2 Abanicos laháricos y fluviales del Cuaternario (Ql)

Los materiales geológicos de esta unidad se distribuyen en los municipios de San Miguel Dueñas, Ciudad Vieja, Antigua Guatemala y Santa María de Jesús, ocupan una extensión de 9,535 hectáreas, equivalentes al 17.8% de la superficie del departamento.

Entre los materiales rocosos predominantes se encuentran los basaltos andesíticos, andesitas, dacitas y riodacitas. Los lahares son depósitos formados por un flujo de origen fluvio–volcánico, caracterizado por tener materiales gruesos y finos mezclados que fluyó a gran velocidad sobre las laderas de los volcanes. Los materiales afectados son todos aquellos no consolidados que son fácilmente transportados, a partir de los procesos de meteorización, arrastrando rocas y partículas de diferentes tamaños y detritos, conformando productos diluviales. Los lahares son formas de erosión de los suelos exclusivos de volcanes ocasionada por precipitación o por sismicidad.

2.1.2.3 Materiales volcánicos sin especificar del Cuaternario (Qv)

Esta unidad geológica ocupa áreas de los municipios de San Miguel Dueñas, Ciudad Vieja, Antigua Guatemala, Santa María de Jesús y Alotenango, con una extensión de 8,693 hectáreas, equivalentes al 16.2% de la superficie del departamento.

Dominada principalmente por materiales piroclásticos (fragmentos incandescentes recientes) como ceniza volcánica, lapilli, bloques o bombas, estos se aprecian en los conos de los estrato- volcanes de Acatenango, Fuego y Agua. Sus efectos se presentan en la Figura 2.3.

En el Volcán de Acatenango se encuentran basaltos, basaltos andesíticos, andesitas, dacitas y riodacitas; en el Volcán de Fuego predominan basaltos y basaltos andesíticos, mientras que en el Volcán de Agua dominan los materiales piroclásticos sobre rocas lávicas que sirven de base a estas grandes estructuras, lo que les permite mantener una forma cónica casi perfecta.



Figura 2.3 En la foto se aprecia el efecto de dos eventos volcánicos, separados por carbón vegetal producto de los incendios forestales ocasionados por la caída de material incandescente. Parte norte del municipio de Antigua Guatemala (Fotos: W. González, 2010)

2.1.2.4 Aluviones del Cuaternario (Qa)

Los aluviones del cuaternario se encuentran ubicados en los municipios de Antigua Guatemala, Jocotenango, Pastores, Santa Lucía Milpas Altas, Ciudad Vieja, San Antonio Aguas Calientes, Santa Catarina Barahona, San Miguel Dueñas, Alotenango y Santa María de Jesús; ocupan un área de 6,141 hectáreas equivalente al 11.5% del área total del departamento.

Están constituidos principalmente por fragmentos de rocas adyacentes con partículas de tamaño variable, desde limos hasta gravas. Se distribuyen en zonas bajas de agradación o acumulación (zona donde se recibe constantemente aportes de materiales), producto de la meteorización y disgregación de materiales sólidos (rocas, minerales, materia orgánica) de las partes altas hacia las bajas, transportados por los agentes geomorfológicos como el viento, agua, gravedad o fluvio-gravitacionales (fuerza combinada del agua y la gravedad), en pendientes que van desde moderadas hasta planas.

2.1.2.5 Pómez del Cuaternario (Qp)

Materiales distribuidos en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Santiago Sacatepéquez, Pastores y San Lucas Sacatepéquez, el área que ocupan es de 5,925 hectáreas correspondiente al 11.1% del departamento. El material está constituido por una variedad de rocas piroclásticas porosas, más o menos endurecidas a partir de ceniza y materiales muy finos de origen volcánico. Su composición es riolítica y riodacítica con cuarzo, feldespatos y micas como minerales predominantes (Ver Figura 2.4).

Litológicamente consiste en una sucesión de depósitos pomáceos, compuesto por 12 unidades de tefras y fragmentos líticos, recubiertas por una matriz de ceniza fina y gruesas (las partículas de pómez alcanzan 60 cm de diámetro), principalmente ocurre en terrenos topográficos bajos y en algunas áreas contienen troncos y ramas carbonizadas incluidas con inclusiones de fragmentos líticos y orientación preferencial de partículas alargadas de pómez; en varias cuencas presenta alternancia con sedimentos fluvio-lacustres (acarreos por corrientes de agua depositados en antiguos lagos), esta última razón explica la presencia de diatomeas (clase de algas unicelulares microscópicas), además de areniscas blancas, bien estratificadas y lodolitas tobáceas.

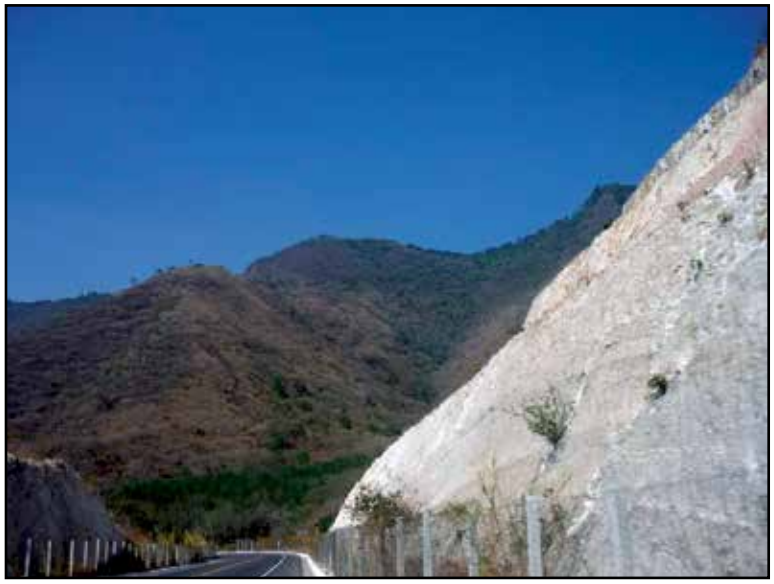


Figura 2.4 Corte de carretera en materiales pomáceos, vía Chimaltenango – Sacatepéquez (Foto: W. González, 2010)

2.1.3 Síntesis del aporte de la geología al estudio de los suelos del departamento de Sacatepéquez

La breve descripción realizada de algunos temas geológicos establece el marco general de referencia para entender la configuración del territorio y aplicarlo al estudio de la geomorfología y suelos del departamento.

- La Geomorfología retoma los aspectos estructurales de la geología, como fundamento básico para establecer las diferentes geoformas (formas externas de la tierra); ellas se modifican mediante la acción y efecto dinámico del clima y sus seres asociados. Los materiales que conforman las diferentes geoformas están estrechamente relacionados con las formaciones superficiales y éstas con la geología regional, zonal o puntual. Muchas aplicaciones se asocian con ellas; por ejemplo la dinámica superficial, los movimientos en masa, las características de la erosión y otras.

- Los suelos están íntimamente vinculados con las formas de la tierra y con los materiales que las integran, en especial con aquellos más superficiales a partir de los cuales se originan, llamados por ello parentales. Estas relaciones con la geología explican su importancia y la necesidad de su conocimiento.

Desde el punto de vista de los suelos, como tales, el aporte y aplicación más importante radica en establecer la composición granulométrica y mineralógica de los piroclastos, dada su predominancia en el departamento como materiales formadores e integrantes de los suelos. Si bien al tratar su génesis y taxonomía se retoman con mayor detalle estos aspectos, en esta síntesis se comentan sus características más generales.

2.1.3.1 Granulometría de los materiales piroclásticos

Los piroclastos son fragmentos sólidos de material volcánico arrojado al aire durante una erupción volcánica. Por orden de importancia en cuanto a su frecuencia e influencia en la génesis – evolución de los suelos, los piroclastos más importantes son:

Cenizas (tamaño inferior a 2 mm de diámetro), lapilli (diámetros entre 2 y 64 mm) y pómez (piroclasto muy poroso). Las cenizas, más o menos cementadas que integran las tobas complementan este grupo (Figura 2.5).

La granulometría es muy heterogénea en los sedimentos asociados a la dinámica fluvial, coluvial, lahárica y volcánica (lodos). No obstante, en todos ellos es alta la influencia de las cenizas, lapilli y pómez; en algunos casos hay presencia de diatomeas.

La influencia de rocas ígneas volcánicas del Cuaternario, en especial de sus fragmentos, influye en la distribución de partículas por tamaño de las familias esqueletales, aparentemente con mayor frecuencia que las del Terciario (Figura 2.6a). Por lo general la influencia de las rocas ígneas, como tales, es baja dado su recubrimiento por piroclastos.



2.1.3.2 Composición mineralógica de los piroclastos

La composición mineralógica de los piroclastos se estimó tomando como referencia el análisis mineralógico de 29 muestras (IGAC, 2010), pertenecientes a la fracción arenosa de los suelos de bajo grado evolutivo y bajo su influencia; para la identificación de los minerales se utilizó el microscopio petrográfico.

La composición tentativa y general revela los siguientes resultados:

Mineral	Porcentaje
Feldespatos (plagioclasas)	60.0
Piroxenos *	21.4
Vidrio volcánico	3.7
Anfíboles **	3.0
Cuarzo	-
* Diópsido predomina (16.1%) sobre Hiperstena (5.3%). ** Horblenda predomina (2.7%) sobre Lamprobolita (0.3%)	

Fuente: Laboratorio Nacional de Suelos. IGAC, 2010.

Con base en estos resultados se estima que la composición de los piroclastos corresponde a las andesitas basálticas, no obstante el predominio de coloraciones claras (grises); con base en ello es lógico suponer que dicha composición influya sobre el aporte potencial de algunos elementos al suelo, especialmente calcio y magnesio (sin embargo, se necesita más investigación al respecto).



Figura 2.5 Materiales parentales más frecuentes asociados con los suelos de Sacatepéquez. En orden de frecuencia los más comunes son las cenizas, lapilli, pómez, cenizas basálticas y otros materiales con mayor grado de alteración (Fotos: W. González, 2010)

Los comentarios previos se asocian con piroclastos claros (ampliamente dominantes); no obstante se presentan también zonas donde estos son oscuros (composiciones basálticas) que influyen en el color del suelo (color heredado o suelos litocrómicos) tal como el que se muestra en la Figura 2.6b. En los temas siguientes (geomorfología y génesis – taxonomía de suelos) se detallan las aplicaciones previamente sintetizadas.

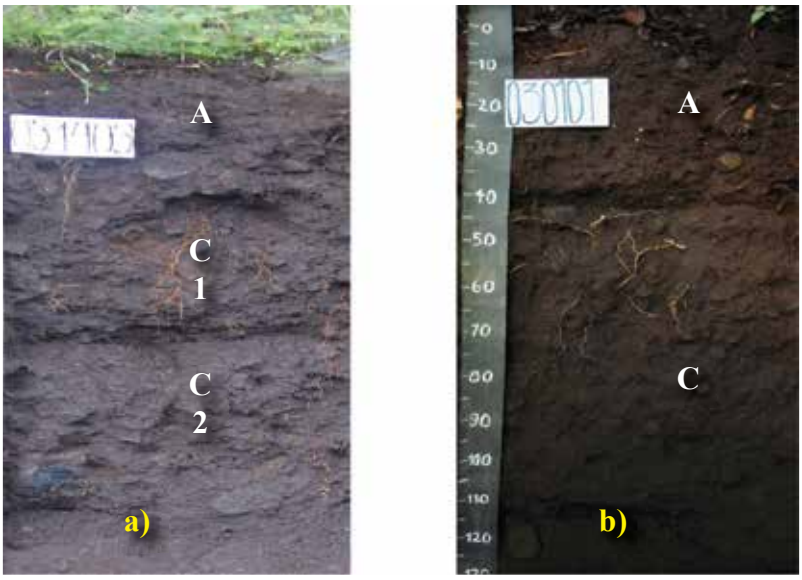


Figura 2.6 En a) Familias esqueletales de suelos, con fragmentos gruesos integrados por rocas volcánicas y en b) Suelo muy oscuro derivado de piroclastos basálticos y con bajo contenido de materia orgánica. Perfil 030101 (Fotos: D. Yoc, 2009)

2.2 GEOMORFOLOGÍA DEL DEPARTAMENTO

2.2.1 Contexto del estudio geomorfológico

El estudio geomorfológico se realizó a partir de la fotointerpretación de 190 aerofotografías a color tomadas por la UPGGR - MAGA durante los años 2006 – 2007, verticales y de escala 1:20,000; mediante la cual se determinaron las características del patrón de drenaje, grado de erosión, forma del relieve, pendiente, posición, litología, cobertura vegetal y uso de la tierra, principalmente.

Cada una de las unidades geomorfológicas delimitadas en las aerofotografías, agrupadas en los paisajes mostrados en la Figura 2.8, se constituyeron en las unidades primarias para el mapeo de los suelos del departamento, ya que a partir de las mismas y mediante el trabajo de campo se conformó un mapa base de suelos a nivel semidetallado (escala 1:50,000). Para la elaboración de las delimitaciones geomorfológicas se contó con la información del mapa geológico del departamento escala 1:250.000 (IGN, 1993) y el Mapa de Clasificación Climática de la República de Guatemala a escala 1:50,000 adaptado del Sistema Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009).

Las características geomorfológicas del departamento de Sacatepéquez están directamente relacionadas con el origen y evolución del solevantamiento continental de Centroamérica y las continuas erupciones de los volcanes existentes en la región. Además, se han sucedido sobre las rocas diferentes procesos y eventos de carácter tectónico, estructural y denudacional o erosional, responsables de la configuración de las distintas geoformas manifestadas a lo largo del tiempo geológico, desde el Terciario hasta el Cuaternario. En este último período hay que considerar además procesos ocurridos por aportes de materiales, vinculados con las geoformas de la tierra de relieve suave.

El origen volcánico de los materiales geológicos existentes en la mayor parte de la superficie departamental de los tipos piroclastos no consolidados (tefras, cenizas y pómez) y piroclastos consolidados (tobas), promueve que la mayor parte del territorio departamental esté constituido en

un 88% por relieves abruptos de los tipos estrato-volcán, filas y vigas, lomas, escarpes, cañones y cañadas.

En este sentido, en el nivel de geoestructura se incluyen las Tierras Altas Volcánicas, las cuales corresponden a la región fisiográfica que se propone en MAGA-UPIE-BID (2001). Para efectos prácticos de la leyenda, esta categoría se fusionó con el nivel de paisaje, dando el nivel semidetallado del estudio. Por esta razón la clasificación parte de la categoría "paisaje" adicionándolo como un atributo del mismo. Así se tiene por ejemplo: montaña volcano-erosional, altiplano hidro-volcánico y piedemonte hidro-volcánico.

La geomorfología tiene por objeto el estudio y evolución de las geoformas sobre la superficie de la tierra, como producto de los procesos endógenos y exógenos que han venido actuando a lo largo del tiempo geológico, hasta la actualidad. La geomorfología está ligada, entre otros procesos, a los de intemperización física y química del material basal de las montañas, los cuales han desencadenado fenómenos periódicos de fraccionamiento, arrastre y sedimentación, para dar origen y forma a paisajes de relieve irregular y suave.

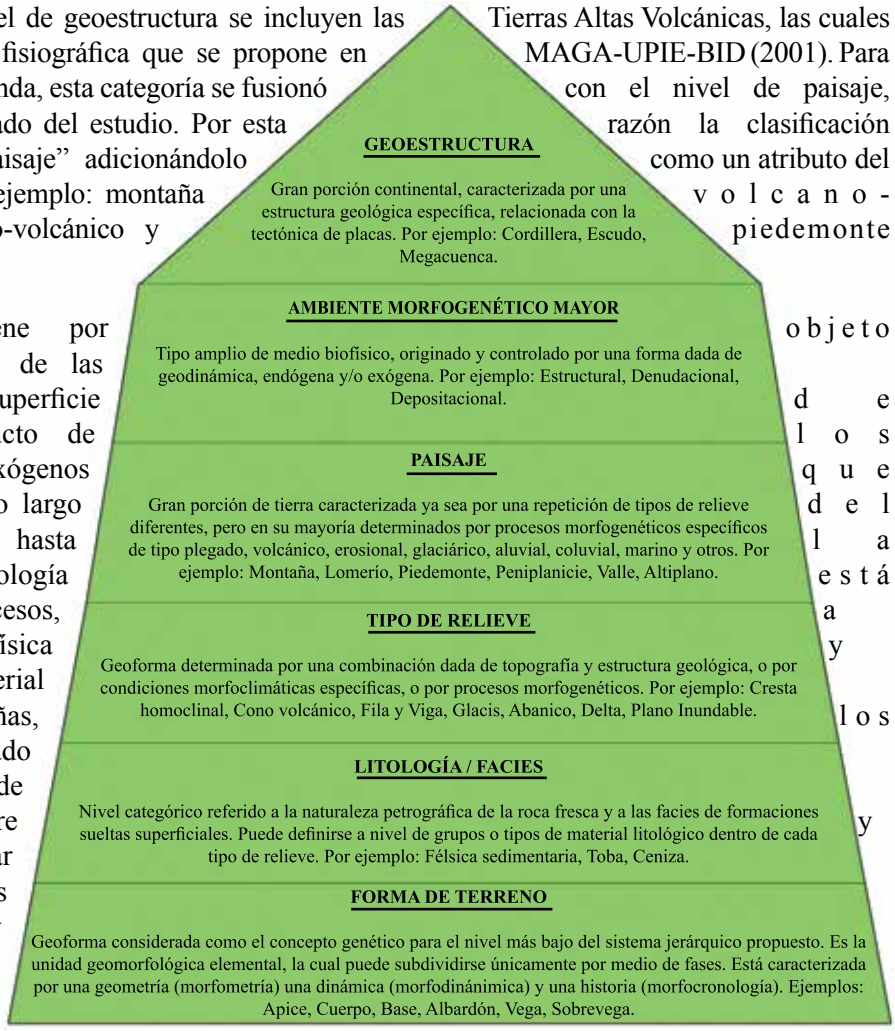


Figura 2.7 Sistema de clasificación geomorfológico (Zinck, 1987)

Para el estudio, descripción y clasificación de las unidades geomorfológicas del departamento de Sacatepéquez, se utilizó el Sistema Geomorfológico Taxonómico Multicategórico Jerarquizado de Zinck (1987); el cual, considera los niveles relacionados con: geoestructura, ambiente morfogenético, paisaje, tipo de relieve y forma del terreno. La manera como la clasificación se organiza se presenta en la Figura 2.7.

En este sentido, al nivel de geoestructura se incluyen las Tierras Altas Volcánicas. Esta unidad geológica está originada por actividad volcánica del Terciario, con grandes erupciones de basalto y riodacitas que cubrieron el basamento ígneo intrusivo y sedimentario preexistente.

Para efectos prácticos de la leyenda geomorfológica y de suelos, el nivel correspondiente a geoestructura no se presenta y el correspondiente a ambiente morfogenético mayor se fusionó al nivel de Paisaje, agregándolo como un atributo del mismo. Así se tiene por ejemplo: montaña volcano-erosional, altiplano hidro-volcánico; piedemonte hidro-volcánico.
En la Figura 2.8 se presenta el mapa geomorfológico, los colores diferencian los paisajes y la superficie ocupada por estos se muestran en el Cuadro 2.3.

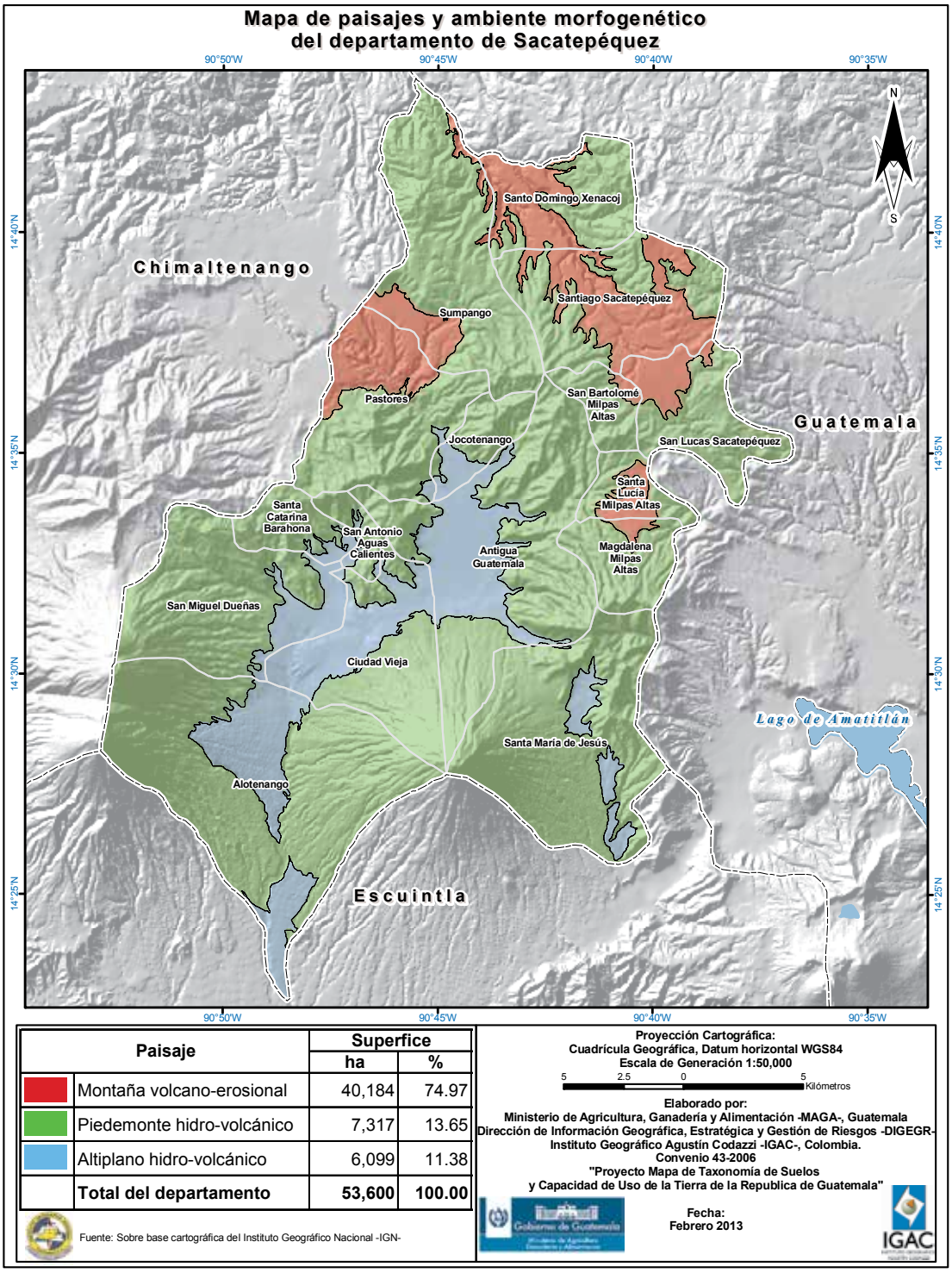


Figura 2.8 Mapa geomorfológico con los paisajes identificados para el departamento de Sacatepéquez

En el siguiente cuadro se presentan los paisajes identificados en el departamento de Sacatepéquez, en el cual se incluye el ambiente morfogenético que lo originó y sus respectivas áreas que ocupan.

Cuadro 2.3 Paisajes y las superficies que ocupan (ha y %) en el departamento

aisaje	rea	
	ha)	%)
ontaña volcano–erosional	0,184	4.97
iedemonte hidro-volcánico	,317	3.65
ltiplano hidro–volcánico	,099	1.38
otal	**3,600**	**00.0**

En el Cuadro 2.4 se presentan los tipos de relieve y las formas del terreno de cada uno de los paisajes identificados.

Cuadro 2.4 Paisajes, tipos de relieve y formas del terreno identificados para el departamento

Paisaje	Tipos de relieve	Formas del terreno
Montaña volcano – erosional (M)	Estrato-volcán	Cono, ladera, glacís, cañones y cañadas
	Filas y vigas	Ladera
	Lomas	Ladera
	Glacís	Plano inclinado
	Mesa	Plano de mesa
	Escarpe	Plano escarpado
	Vallecito	Plano aluvio – coluvial
Piedemonte hidro – volcánico (P)	Abanico	Ápice, cuerpo, talud y escarpe de abanico
	Glacís	Plano inclinado
	Vallecito	Plano aluvio – coluvial
Altiplano hidro – volcánico (A)	Lomas	Ladera
	Terraza	Plano de terraza y escarpe de terraza
	Cañones y cañadas	Ladera
	Vallecito	Plano aluvio – coluvial

A continuación se hace una descripción de cada uno de los paisajes, incluyendo sus tipos de relieve y formas del terreno.

2.2.2 Paisaje de montaña volcano–erosional

El paisaje de montaña se encuentra en territorios de los municipios de Sumpango, Pastores y Santa Lucía Milpas Altas.

Una montaña es una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel, cuya cima puede ser aguda, subaguda, semiredondeada, redondeada o tabular, y cuyas laderas pueden ser regulares, irregulares a complejas, presentan un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968; citado por Villota, 2005).

El calificativo o atributo volcano-erosional, hace referencia a la unidad genética de relieve, con base en los procesos geomorfológicos endógenos y/o exógenos mayores, responsables de la morfología general de este paisaje, el cual se ha originado por volcanismo y que ha determinado la ocurrencia de

rocas ígneas extrusivas, lavas y piroclastos en el cuerpo montañoso y que están siendo sometidas a un proceso de rebajamiento o efectos de la denudación, pero que aún conservan rasgos definidos de sus formas iniciales.

La mayor extensión del territorio departamental (40,184 ha), equivalente al 74.97% del área total, está representado por el paisaje de montaña, producto de los procesos orogénicos ocurridos durante el Terciario, donde se destacan principalmente relieves denudativos, disectados, abruptos y escarpados, con altitudes que oscilan entre los 924 y 3,829 msnm (volcán de Fuego), dentro de los climas: extremadamente frío húmedo; muy frío húmedo; frío húmedo y subhúmedo; semifrío húmedo y subhúmedo; templado húmedo y subhúmedo, y semicálido húmedo.

Los materiales más comunes, sobre los cuales se desarrollan estas geoformas, están constituidos por rocas extrusivas lávicas (basalto y/o andesita), con importantes aportes de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza, lapilli y pómez).

Desde el punto de vista morfogenético se identificaron geoformas de diversos orígenes tales como: volcánicos (tipos de relieve de estrato-volcán, volcanes de Acatenango, Fuego y Agua); geoformas representativas de los ambientes morfodenudacionales (filas y vigas, lomas); tipos de relieve por modelamiento dos morfo-estructurales (escarpes, cañones y cañadas, mesas) y geoformas de origen fluvio-coluvial, asociadas al modelado agradacional (glacís, vallecitos intramontanos), según lo reportado en el Cuadro 2.4.

2.2.2.1 Tipo de relieve estrato-volcán

Corresponde con el tipo de relieve de mayor altura, de edad reciente (Pleistoceno - Cuaternario) y de estructura más compleja dentro del grupo de geoformas volcano – erosionales, con laderas de aspecto rectilíneo, más empinadas en su parte media pero más suaves hacia sus faldas, a menudo muy extendidas, e incluso haciendo contacto con el paisaje de piedemonte.

Los estrato-volcanes muestran en su estructura una cierta estratificación producida por la alternancia, generalmente irregular, de coladas de lava y mantos de piroclastos no consolidados, cuya disposición y espesores testimonian la ocurrencia de periodos alternos o simultáneos de erupciones relativamente tranquilas y otras de carácter explosivo.

Tanto las capas de lava como las de piroclastos de un mismo estrato-volcán son variadas en su composición, ya sea andesítica, riolítica o basáltica, e igualmente distintas en el tamaño y consistencia de los piroclastos (cenizas, lapilli, pómez o tefras).

Los volcanes, a medida que ganan altura, son disectados por la escorrentía, la cual configura entonces un patrón de drenaje radial de densidad media, con sus cañadas principales largas y profundas. Al ocurrir erupciones posteriores, los flujos de lava y los lahares comúnmente se desplazan a lo largo de esas cañadas, colmatándolas y desviando las nuevas corrientes.



La denudación intensa de estos paisajes en sus vertientes, ha desarrollado amplios y profundos cañones y cañadas (conocidos localmente como barrancos) en cuyas laderas afloran los diferentes materiales geológicos que los constituyen.

Dentro del estrato-volcán figuran formas del terreno correspondientes a conos, laderas, glacís, cañones y cañadas. En estas subdivisiones geomorfológicas se presentan diversos suelos, si se considera la incidencia de más de un clima por influencia de la altura (extremadamente frío, muy frío, frío, semifrío,

templado y semicálido). Las pendientes de estas laderas, varían entre 12% en su base hasta mayor de 75% en las laderas superiores.

Los estrato - volcanes pertenecen a la categoría Tipos de Relieve en la clasificación geomorfológica, seguida por el IGAC (2007). No obstante, constituyen casos especiales en cuanto a las formas del terreno que los integran: cono, glacís, cañones y cañadas, estas han sido siempre Tipos de Relieve. Dado que las geoformas mencionadas son componentes de los estrato-volcanes no pueden pertenecer al mismo nivel categórico, razón por la cual se les ha integrado como Formas del Terreno. Cuando estas geoformas se presentan en condiciones diferentes (fuera de ellos), siguen clasificándose como Tipos de Relieve.

Los estrato - volcanes holocénicos del período Cuaternario presentes en el departamento son: Agua, Fuego y Acatenango, estos se describen a continuación:

- **Estrato-volcán de Agua:** forma un cono casi perfecto con una altura de 3,753 msnm (Figura 2.9), en su cráter se alojaba una laguna la cual colapsó el 11 de septiembre de 1,541, inundó y destruyó gran parte de la ciudad capital de ese entonces, emplazada en el Valle de Almolonga, ahora llamada Ciudad Vieja. Actualmente este estrato-volcán se encuentra en estado de dormancia.



Figura 2.9 Estrato-volcán de Agua (Foto: M. Tum, 2010)

- **Estrato-volcán de Fuego:** posee una altura de 3,829 msnm y se mantiene en actividad (ha registrado erupciones violentas en 1524, 1932, 1974 y 2004 (Viñals, 2008), emana gases sulfurosos y material incandescente en forma explosiva y en el área de influencia se perciben temblores constantes y explosiones volcánicas. Las erupciones violentas han provocado que las cenizas lleguen a territorio de Honduras y El Salvador. En la Figura 2.10 se observan las fumarolas de la actividad volcánica indicada.



Figura 2.10 Estrato-volcán de Fuego (Foto: J. del Cid, 2010)

- **Estrato-volcán de Acatenango:** Alcanza una altura de 3,827 msnm (Figura 2.11), conforma una "Y" con el vecino volcán de Fuego por lo que el área también es llamada "La Horqueta". No presenta actividad desde 1927 y su cráter se encuentra relleno de arena procedente del volcán de Fuego.



Figura 2.11 Estrato-volcán de Acatenango (Foto: C. García, 2009)

La descripción de las formas de terreno que constituyen este tipo de relieve son las siguientes:

a) Cono

Esta forma del terreno está constituida por material fragmentario (piroclastos sueltos) eyectado explosivamente a partir de un conducto central. El perfil del cono está determinado por el ángulo máximo (ángulo de reposo) en el cual se mantienen las escorias volcánicas, éste puede variar entre 30-40° (Selby, 1987; citado por Villota (2005), siendo más empinado cerca al borde superior donde caen los bloques mayores. Las partículas más finas (cenizas) lo hacen a mayor distancia del orificio de salida y dan lugar a faldas de pendiente más suave (<10°) alrededor del cono.



Figura 2.12 Cono volcánico del volcán de Agua. Obsérvese, parte del cráter estrangulado, evento que causó la destrucción de Ciudad Vieja (Ortofoto: 2059-II-1, MAGA, 2006).

Estos conos volcánicos se encuentran en la parte superior de los volcanes de Acatenango, Fuego y Agua. Dada la situación altitudinal y la actividad actual de los conos de los volcanes de Acatenango y Fuego, estos carecen de suelo, razón por la cual se consideran como tierras de ceniza (TC) y no

sostienen cobertura vegetal. El volcán de Agua (Figura 2.9), por estar sin actividad, presenta suelos desde el borde del cráter.

b) Laderas

Las laderas de los estrato-volcanes se inician desde los cráteres y llegan hasta los límite con los abanicos del piedemonte, las laderas bajas y de menor pendiente están definidas en el mapa geológico (IGN, 1993) como un abanico lahárico de edad Cuaternaria. Actualmente los flujos de lava más antiguos que lo constituyen se muestran disectados y densamente cubiertos por vegetación arbórea; mientras que, en los de edad más reciente no hay evidencia de disección profunda ni de vegetación natural. Asimismo, producto de disecciones profundas que han colapsado, se han originado tipos de relieve de cañones amplios y profundos (Figura 2.13).



Figura 2.13 Laderas integradas por coladas de lava, vegetación arbórea en la parte alta y cultivos en la parte baja. Municipio de Santa María de Jesús (Ortofoto: 2059-II-1, MAGA, 2006)

Las laderas con coladas de lava actual han adquirido su forma debido a los flujos de materiales sólidos de naturaleza ferromagnesiana; se muestran en superficie configurando relieves con pendientes ligeramente inclinada, con pendientes menores del 7%. Las laderas con coladas de lava antiguas constituyen relieves intensamente disectados, con laderas cortas y rectilíneas. Se encuentran constituidas por rocas ígneas extrusivas, principalmente basalto. En estos relieves la vegetación arbórea prospera vigorosamente.

En la leyenda del mapa de suelos, los piroclastos del Cuaternario, se mencionan como materiales parentales.

c) Glacís de estrato-volcán

Este se constituye e en un caso especial de glacís ubicado en la zona transición entre los volcanes y las zonas montañosas fuera de estos, reportados como formas del terreno por hacer parte de ellos, formados por procesos agradacionales (acumulación) por acción de la gravedad y del escurrimiento difuso.

d) Cañones y cañadas de estrato-volcán

Formados por las corrientes de flujos de lava incandescentes que fueron depositadas inicialmente como superficies rugosas e irregulares, permitiendo entallamiento profundo por acción de las corrientes de agua.

De acuerdo con el IGAC (2007) un cañón debe cumplir con los siguientes parámetros:

- Evolución de sectores geormofológicos diferenciables.
- Profundidad mayor a 100 metros un índice de disección entre 0.17 y 2.86.

- Pendientes en su conjunto entre 35º y 86º.
- Una ocupación diferencial, en los casos donde el hombre ha colonizado.

2.2.2.2 Tipo de relieve de filas y vigas

Este tipo de relieve es conocido, también, como crestas ramificadas, producto de la disección, que ha afectado el levantamiento orogénico. Se encuentran distribuidas en inmediaciones de los municipios de Sumpango, Santiago Sacatepéquez, Pastores, Jocotenango, Antigua Guatemala, San Lucas Sacatepéquez, Barahona Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santa Catarina Barahona, San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas, Alotenango y Santa María de Jesús. Están conformados por rocas ígneas extrusivas (basalto y/o andesita) y piroclastos no consolidados (pómez, ceniza, lapilli). Presentan pendientes similares sobre ambas vertientes; la viga corresponde al eje mayor de la cima, hacia la cual convergen las filas, con diferentes grados de inclinación; no siempre se encuentran juntas, ya que se pueden presentar las vigas o las filas en forma independiente (Figura 2.14).



Figura 2.14 Filas y vigas constituidas por pómez y lapilli.
Municipio de Santa Lucía Milpas Altas (Foto: G. Bonilla, 2009)

Generalmente las filas y vigas corresponden a relieves quebrados y escarpados, con pendientes variables en inclinación y longitud, la mayoría de las veces convexas y con gradientes mayores al 50%; en otros casos manifiestan fuerte disección y forman algunos vallecitos estrechos, profundos, conformando generalmente un patrón de drenaje que varía desde dendrítico a subdendrítico.

Sobre estos relieves son frecuentes los procesos geomorfológicos activos como la erosión (escurrimiento difuso) y fenómenos de remoción en masa. Son altamente sensibles a la erosión hídrica, debido a los usos inadecuados del suelo y a la poca cohesión de los materiales (piroclastos deleznables).

2.2.2.3 Tipo de relieve de lomas

Este tipo de relieve es frecuente en los municipios de Sumpango, Santa Catarina Barahona, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj, Ciudad Vieja, Magdalena Milpas Altas y Santa María de

Jesús. Se presenta asociado a los relieves de filas y vigas. Las lomas se caracterizan por la presencia de formas de base ovalada y desniveles menores a 300 metros; el relieve es ligeramente ondulado a quebrado. Los procesos geomorfológicos dominantes están relacionados con movimientos en masa, presencia de terracetas, causadas por el sobrepastoreo (patas de vaca), que posteriormente favorecen deslizamientos, erosión hídrica (laminar y surcos), en especial si el uso de los suelos y las tierras no son adecuados.



Figura 2.15 Relieve de lomas cubiertas con arbustos y agricultura limpia. Municipio de Ciudad Vieja (Foto: W. González, 2010)

En las lomas, como las mostradas en la Figura 2.15, dominan materiales piroclásticos no consolidados (pómez, lapilli y ceniza). Las pendientes suelen ser cortas, convexas y con rango de 12-25% y 25-50%.

2.2.2.4 Tipo de relieve de glacís

Estas superficies se manifiestan preferentemente en las montañas de los municipios de San Lucas Sacatepéquez, San Miguel Dueñas, Antigua Guatemala, Pastores, Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, San Bartolomé Milpas Altas, Santa María de Jesús y San Miguel Dueñas.

En el tipo de relieve denominado glacís, los procesos agradacionales (acumulación) por acción de la gravedad y del escurrimiento difuso, han modificado el gradiente de las laderas principales de los relieves de filas, vigas y lomas, originando planos inclinados (glacís) de poca extensión, constituidos por depósitos superficiales coluviales, homogéneos en su mineralogía y de granulometría variada. En varios casos la presencia de suelos enterrados indica la sucesión de más de una erupción volcánica (Figura 2.16).

En los glacís se han establecido cultivos de subsistencia y pastos mejorados.



Figura 2.16 Perfil de suelo en relieve de glacís. Obsérvese en profundidad la coloración negruzca continua, propia de un suelo enterrado - Parque Ecológico de San Lucas (Foto: R. Álvarez, 2009)

2.2.2.5 Tipo de relieve de mesas

Relieve estructural de poca extensión, localizado en tres sectores de la Finca San José Yalú, municipio de Sumpango, se caracteriza por presentar un proceso de abrasión intenso, donde el sustrato rocoso generalmente está próximo a la superficie. Las pendientes varían de plana a ligeramente inclinada, con pendientes inferiores al 7%. Sostienen pastos naturales y cultivados (Figura 2.17).



Figura 2.17 Relieve de mesa. Municipio de Sumpango (Ortofoto: 2060-III-20, MAGA, 2006)

2.2.2.6 Tipo de relieve de escarpes

Este tipo de relieve se ha identificado en los municipios de Pastores y Alotenango.

Los escarpes se han originado por combinación de eventos tectónicos, fallamiento o erosión geológica (Figura 2.18). Estas geoformas presentan un relieve muy escarpado con pendientes mayores de 75%. En las cornisas y espejos de falla es común observar afloramientos rocosos de rocas extrusivas (basalto y/o andesita) o materiales piroclásticos no consolidados (pómez, lapilli).



Figura 2.18 Tipo de relieve en escarpes, donde es común encontrar suelos superficiales. En ellos dominan las pérdidas sobre las acumulaciones de materiales (Foto: M. Tum, 2009)

2.2.2.7 Tipo de relieve de cañones y cañadas

Los cañones y cañadas se han delineado en los municipios de Santiago Sacatepéquez San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santa María de Jesús, Ciudad Vieja y Alotenango.

Corresponden a geoformas estructurales, donde convergen laderas rectilíneas, profundas, que forman valles en forma de "V" y por los que fluyen corrientes de agua de poco caudal. La litología corresponde a materiales piroclásticos consolidados y no consolidados (pómez, lapilli, tobas) que se encuentran expuestos o sosteniendo vegetación arbustiva y arbórea (Figura 2.19).

En los estratovolcanes las corrientes de flujos de lava incandescente que fueron depositadas inicialmente como superficies rugosas e irregulares, han permitido un entallamiento profundo y de amplitud considerable por acción de las corrientes de agua, formando cañones y cañadas.

Los suelos desarrollados en estos cañones son muy superficiales, sin embargo, su fertilidad alta ha permitido el establecimiento de vegetación arbórea densa, donde las lavas no están expuestas en superficie.



Figura 2.19 Relieves de cañones y cañadas, cubiertos con vegetación arbustiva. Municipio de Santa Lucía Milpas Altas (Foto: C. García, 2009)

2.2.2.8 Tipo de relieve de vallecitos

El vallecito de mayor extensión lo constituye el localizado en las márgenes de la quebrada La Joya, en el municipio de Santiago Sacatepéquez, también se han identificado en los municipios de Pastores, Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Miguel Dueñas. Corresponde a una geoforma plana aluvio-coluvial, angosta y de pendientes ligeramente planas, con pendientes inferiores al 3%. Los depósitos superficiales que constituyen los vallecitos corresponden a piroclastos no consolidados (pómez, lapilli y ceniza). Se encuentran explotados con pastos, hortalizas, maíz y frijol (Figura 2.20).



Figura 2.20 Vallecito enmarcado por relieves de lomas. Su uso actual es el de agricultura limpia (maíz), Municipio de Santiago Sacatepéquez (Foto: R. Álvarez, 2009)

2.2.3 Paisaje de altiplano hidro-volcánico

El paisaje de altiplano en su conformación actual corresponde al período Cuaternario, donde eventos volcánicos acaecidos en épocas pasadas, han sepultado con capas de piroclastos no consolidados (ceniza, pómez, lapilli y/o tefras) su conformación original. El discurrir de corrientes de agua sobre la superficie del terreno y la acción de procesos de disección han producido los siguientes tipos de relieve: lomas, terrazas, cañones y cañadas, y vallecitos (Ver Cuadro 2.4).

El altiplano contiene los climas semifrío húmedo y templado subhúmedo, a una altitud comprendida entre 1,100 y 2,300 msnm, ocupa parte de los territorios municipales de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Sumpango, Magdalena Milpas Altas, San Bartolomé Milpas Altas y Pastores. Cubre un área de 6,099 ha, correspondiente al 11.38% del total del departamento. (Ver la Figura 2.21).



Figura 2.21 Paisaje de altiplano, intensamente cultivado con hortalizas, maíz y frijol. Municipio de Santiago Sacatepéquez (Foto: W. González, 2009)

2.2.3.1 Tipo de relieve de lomas

En el paisaje de altiplano se identificaron lomas en los municipios de Pastores, Sumpango, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas.

Las lomas son tipos de relieve que alcanzan niveles superiores a los de los planos de terraza, y con relieves ondulados; están constituidas por depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y materiales no consolidados (ceniza y pómez). Se explotan en agricultura intensiva, ver Figura 2.22. Algunos de ellos son aprovechados para el establecimiento de sitios poblados.



Figura 2.22 Lomas en el altiplano: por su poca pendiente se cultivan permanentemente con hortalizas, maíz y frijol. (Foto: R. Álvarez, 2009)

2.2.3.2 Tipo de relieve de terrazas

Son geoformas de pendientes planas a ligeramente inclinadas, con pendientes de 1 a 3% y 3 a 7%, como se aprecia en las Figuras 2.23 y 2.24. Constituidas por materiales piroclásticos no consolidados (pómez, ceniza y lapilli). Estos, por su poca cohesión, han permitido el encizamiento profundo y la conformación de relieves de laderas fuertemente empinadas.



Figura 2.23 Terraza de altiplano con labores culturales para siembra de maíz de primera, en época seca. Municipio de Santiago Sacatepéquez (Foto: R. Álvarez, 2009)



Figura 2.24 Terraza de altiplano, con cultivo de chile pimiento durante la estación lluviosa, Municipio de Sumpango (Foto: W. González, 2009)

2.2.3.3 Tipo de relieve de cañones y cañadas

Relieve originado por procesos de disección, con laderas rectilíneas y profundas, que alcanzan un gradiente de más del 75%. Los municipios en los que se identificaron son: Pastores, Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas y San Lucas Sacatepéquez.

La profundidad mínima de un cañón debe ser de 100 metros, además las pendientes de sus vertientes en promedio deben variar entre 35º y 85º (IGAC, 2007). Las cañadas son geoformas menores que no alcanzan a considerarse como cañones, pero tienen un origen similar y guardan una similitud

morfogenética (en forma de V). El material litológico predominante en ellos corresponde a depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y materiales piroclastos no consolidados (ceniza y pómez). Los suelos desarrollados en estos cañones son superficiales a muy superficiales y se encuentran sosteniendo vegetación arbórea y arbustiva (Figura 2.25).



Figura 2.25 Cañones y cañadas: estas geoformas son más profundas en el paisaje de altiplano que en los de montaña o piedemonte, Municipio de Sumpango (Foto: C. García, 2009)

2.2.3.4 Tipo de relieve de vallecitos

Los vallecitos ocupan superficies originadas por causa de las disecciones o profundización realizada por el agua en el altiplano. Se caracterizan por su morfología: son de fondo plano, se extienden en forma angosta y alargada, alrededor de cauces de pequeñas quebradas o arroyos (Figura 2.26), municipio de Pastores.



Figura 2.26 Vallecito en paisaje de altiplano limitado por lomas y escarpes de terraza, cultivados con maíz. Municipio de Pastores (Foto: W. González, 2010)

En estos vallecitos, debido a su configuración dentro de los cañones, se presentan desbordamientos de las corrientes de agua y, debido a los procesos gravigénicos (acarreos hechos por la gravedad), se encuentra acumulación de materiales procedentes de las laderas que los bordean. La cobertura vegetal corresponde a matorrales y cultivos limpios.

2.2.4 Paisaje de piedemonte hidro-volcánico

Este paisaje, sobresaliente en el departamento, tiene una extensión de 7,317 ha, equivalentes al 13.65% del total departamental. Ocupa territorios de los municipios de: Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, Jocotenango, San Antonio Aguas Calientes, Santa Catarina Barahona, San Miguel Dueñas, San Juan Alotenango, pastores, Santa María de Jesús.

El clima dominante en el paisaje de piedemonte corresponde al templado húmedo y subhúmedo, a una altitud entre 713 y 1,990 msnm; en el extremo suroeste del municipio de Santa María de Jesús este paisaje se encuentra en climas semicálido húmedo, templado húmedo y semifrío húmedo. Al sur del municipio de San Juan Alotenango el clima es semicálido húmedo a una altitud inferior a los 1,100 msnm.

El paisaje está representado por el cambio morfológico y abrupto que existe entre las estribaciones del paisaje montañoso, especialmente de los volcanes de Acatenango, Fuego y Agua; su superficie se caracteriza por ir de ligeramente plana a fuertemente inclinada.

El piedemonte se refiere literalmente a un tipo de paisaje situado al pie de la montaña (IGAC, 2005). Sin embargo, esta no es la única razón para definirlo. En efecto, el piedemonte es una unidad geogenética correspondiente a un valle ligeramente inclinado, que se extiende al pie de sistemas montañosos y que, además, ha sido formada por la sedimentación de las corrientes de agua que emergen de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas.

Los procesos geomorfológicos que ocurren en el paisaje de piedemonte son: la disección, las crecientes fluvio-torrenciales, la erosión hídrica, los desbordamientos y, en algunos casos, los eventos sísmicos y las inundaciones.

El piedemonte está constituido por una sucesión o coalescencia de abanicos aluvio - coluviales, también por relieves de lomas, glacís, escarpes y/o taludes y vallecitos.

A continuación se describen los tipos de relieve identificadas en el paisaje del piedemonte hidro–volcánico:

2.2.4.1 Tipo de relieve de abanico

Este tipo de relieve corresponde a una unidad geomorfológica asociada a las áreas del paisaje de piedemonte, hace parte de las áreas de los municipios de Antigua Guatemala, Alotenango, Ciudad Vieja, Jocotenango, Pastores, San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona y Santa María de Jesús.

Con pendientes rectilíneas, de gradiente entre 3% y 12%, con pendientes ligeramente planas a inclinadas; en algunos sectores se encuentran abanicos con ápices que muestran fragmentos de roca en superficie. Su origen es generalmente de tipo coluvio-aluvial y el agente responsable del transporte de los materiales es principalmente el agua, bajo la influencia de la fuerza de la gravedad. Cuando uno o sucesivos flujos de aluviones lo suficientemente fluidos emergen violentamente desde sectores más empinados, se explayan sobre los terrenos bajos en un patrón caótico, sin sorteamiento alguno, y por consiguiente sin estratificación notoria de los diferentes estados depositacionales que se han sucedido en su conformación.



El material que compone los abanicos del área de estudio corresponde a depósitos superficiales de naturaleza volcánica, constituidos por piroclastos no consolidados (pómez, ceniza, lapilli), tal como se muestra en la Figura 2.27.



Figura 2.27 Abanico de pendientes ligeramente planas, cultivadas con hortalizas, Municipio de Santa Catarina Barahona (Foto: W. González, 2010)

Los suelos del abanico se muestran profundos y con fertilidad natural que va de media a alta; están dedicados a cultivos de café, hortalizas, maíz y fríjol. En las zonas del ápice, donde hay presencia de fragmentos de roca, no existen cultivos y la cobertura vegetal es densa y de rastrojo bajo.

2.2.4.2 Tipo de relieve de glacís

Esta geoforma se presenta en los municipios de Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona, en clima templado subhúmedo. Los cultivos más comunes son maíz, frijol, güicoy y hortalizas (Figura 2.28).



Figura 2.28 Tipos de relieve de glacís, con cultivos de Güicoy, municipio Santa Lucía Milpas Altas (Foto: C. García, 2010)

Los glacís se han formado mediante procesos agradacionales por acción de la gravedad y el escurrimiento difuso. Se localizan en las terminaciones de las lomas, filas y vigas que hacen contacto con los abanicos; se han delineado como parte del piedemonte debido a su morfología casi plana; los planos inclinados del glacís son de poca extensión y están constituidos por depósitos superficiales coluviales homogéneos en su mineralogía y presentan una granulometría fina.

2.2.4.3 Tipo de relieve de vallecitos

Los vallecitos se originan por la acumulación superficial de depósitos clásticos de diversos tamaños y composición mineralógica, que han sido transportados por el agua, principalmente de los ríos Guacoda, Cañas y Guacalate (Figura 2.29).

Se les encuentra ocupando posiciones encajonadas y de poca profundidad, en algunos sectores del paisaje de piedemonte.

Al sureste del municipio de San Juan Alotenango, el vallecito del río Guacoda se explaya y origina barras de cauce, bancos de arena, cascajo y piedra.



Figura 2.29 Vallecito del río Guacalate, presenta suelos poco evolucionados con predominio de depósitos de cauce (DC), Municipio de Alotenango (Foto: C. García, 2010)

2.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS

El territorio de Guatemala se ubica en el Hemisferio Norte, se extiende desde los 13.25º a los 17.80º de latitud norte y ocupa parte de la península de Yucatán y Norte del Istmo Centroamericano; está afectado por una fuerte influencia marítima. La latitud indica que el país se encuentra ubicado en la Zona Tropical del Hemisferio Norte y en la zona de influencia de los Vientos Alisios.

De lo expresado se deduce que en la mitad húmeda del año (mayo a noviembre), con el desplazamiento hacia el norte de la zona subtropical de alta presión, la zona de los alisios aumenta en intensidad, latitud y altura, por lo que todo el territorio nacional queda bajo la influencia de vientos del Nordeste en superficie y del Este en las alturas, recogiendo e ingresando humedad desde el Mar Caribe especialmente en la temporada activa de Ondas Tropicales y bajo la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) que se fortalece y desplaza sobre Centroamérica.

Durante junio a noviembre, se originan en el Mar Caribe y en el Océano Pacífico los ciclones tropicales, la ocurrencia de los cuales afectan las condiciones del clima del país debido a que sus trayectorias son paralelas a las costas o se internan sobre el continente.

El país no cuenta con las 4 estaciones típicas del Hemisferio Norte, cuenta únicamente con dos temporadas climáticas muy diferentes que son la época seca denominada "verano" que dura de diciembre hasta abril aunque con variaciones marcadas en forma local y la época lluviosa conocida como "invierno" que va de mayo a noviembre, también en este caso con marcadas variaciones en las fechas en ciertas localidades.

Durante el invierno según la terminología del Hemisferio Norte, tanto la faja subtropical de alta presión como la zona de los alisios se desplazan hacia el sur o con dirección al Ecuador, dominando los vientos del norte en superficie y del oeste en la troposfera media y superior. Estos vientos, especialmente en las

zonas altas, son considerablemente menos húmedos, por ello Guatemala ingresa a la época seca al final del año, que generalmente, abarca de diciembre hasta abril.

Durante la época seca ingresan los denominados "frentes fríos" que son vientos del norte originados por masas de aire frío que soplan sobre la Península de Yucatán y el Golfo de Honduras. Estos vientos al pasar sobre el Golfo de México, recogen abundante humedad que después es liberada en forma de lluvia. La temporada de empujes fríos ocurre entre noviembre y febrero, e ingresan aproximadamente 13 frentes fríos, que favorecen descensos en la temperatura del aire y lluvias aisladas en regiones del norte y el Caribe del país (UPGGR-MAGA, 2009).

2.3.1 Características climáticas del departamento

Debido a la influencia que el clima tiene en el desarrollo de los suelos de una región, principalmente por las variables de temperatura y humedad, a continuación se realiza una descripción de sus principales características:

2.3.1.1 Temperatura

En el departamento de Sacatepéquez las temperaturas medias anuales se distribuyen en un rango de 23 a 8ºC. El intervalo de mayor temperatura se alcanza en el extremo sur del municipio de Alotenango (23 a 20.5ºC), mientras que en las alturas intermedias correspondientes a los municipios de Alotenango, Ciudad Vieja, Antigua Guatemala, San Antonio Aguas Calientes, Santa Catarina Barahona, San Miguel Dueñas y Santa María de Jesús se marca un promedio de temperatura de 20.5 a 18ºC; finalmente para las mayores alturas de los sectores montañoso como las cimas volcánicas, las temperaturas marcan un rango de 18 a 8ºC.

La marcha de la temperatura media mensual en el departamento, es acorde al tipo "Ganges" al presentar un máximo de temperatura media antes del solsticio de verano. Asimismo por su escasa oscilación térmica anual es catalogada como isotermal, sin embargo y de acuerdo a la revisión de las series temporales a nivel diario en el banco de datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) durante el período de diciembre a marzo, en la zona noreste y la dominada por las cimas volcánicas del departamento ocurren heladas meteorológicas (UPGGR, 2009).

2.3.1.2 Humedad

Las precipitaciones medias anuales tienen un gradiente bien marcado de sur a norte, comienzan en el sur con valores de 3,000 mm anuales disminuyendo gradualmente en la medida que se asciende hasta el altiplano donde se registran en el rango de 1,400 a 1,500 mm. En los municipios de San Antonio Aguas Calientes, Pastores, Jocotenango, Ciudad Vieja y Antigua Guatemala se presenta una zona con precipitaciones entre 800 – 899 mm anuales y, finalmente, en la zona noreste estas oscilan entre 1,000 a 1,099 mm anuales (UPGGR, 2009).

A nivel departamental el modelo de distribución de la lluvia es típicamente monomodal, el cual se caracteriza por presentar un período seco y un período húmedo. El período de verano o período seco varía entre 3 y 6 meses (desde mediados de noviembre hasta mediados de abril), con lluvias ocasionales.

La época de mayor pluviosidad va desde mediados de abril, hasta mediados de noviembre, dentro del período húmedo se presentan las canículas que corresponde a un descenso de las precipitaciones entre los meses de julio a agosto, de aproximadamente 15 días.

De acuerdo con la distribución de las precipitaciones la zona más húmedas y de mayores precipitaciones se encuentra en el municipio de Alotenango (al sur del departamento), mientras que en el resto de municipios (zona media y norte), las lluvias disminuyen y se presentan áreas más secas.

2.3.1.3 Climadiagramas

El departamento únicamente cuenta con 2 estaciones: El Potrero y Suiza Contenta, ambas localizadas en la parte central del departamento, razón por la cual los climadiagramas presentados están referidos a ellas. Respecto a la serie de datos históricos, la estación Suiza Contenta tiene un periodo de registro de 34 años (1973 – 2007) y El Potrero cuenta con un registro de 27 años (1961–1987), por lo que fueron utilizadas en un estudio de clasificación climática, realizado por la UPGGR-MAGA (2009), para el proyecto de levantamiento de suelos. Se presentan los climadiagramas de las estaciones indicadas en las Figuras 2.30-1 y 2.30-2.

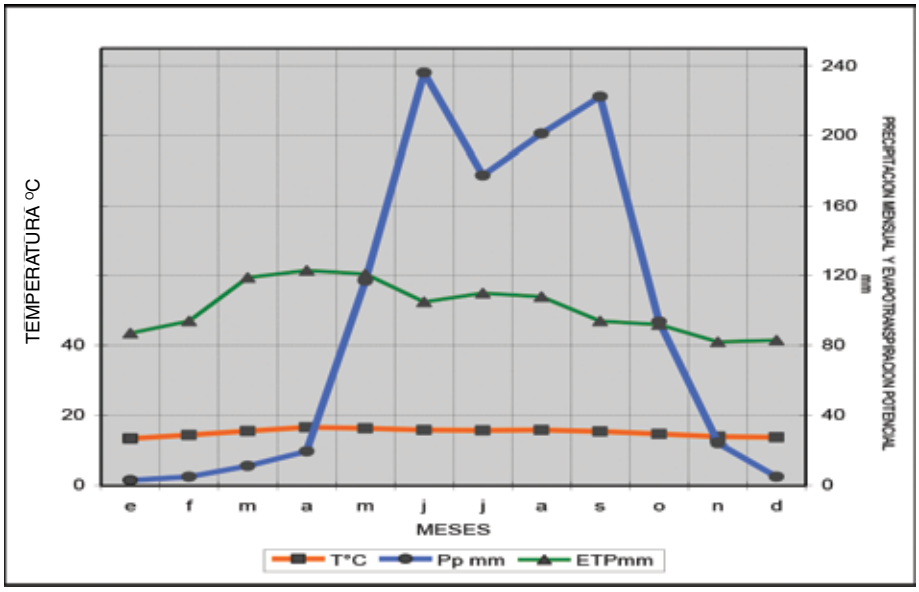


Figura 2.30-1 Climadiagrama desarrollado para la estación Suiza Contenta

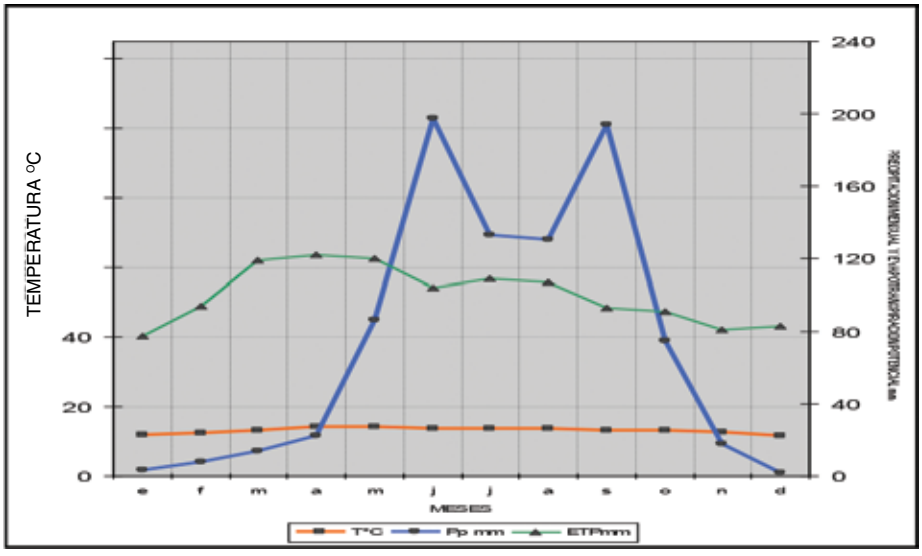


Figura 2.30-2 Climadiagrama desarrollado para la estación El Potrero

Lo mostrado en las Figuras 2.30-1 y 2.30.2, corresponde a climadiagramas representativos de la región ústica del departamento que corresponde con las áreas donde el suelo permanece seco por más de 90 días consecutivos. En la región sur del departamento hay una pequeña área con mayores precipitaciones y que poseen características údicas, en estas zonas los suelos permanecen secos por menos de 90 días consecutivos; en la Figura 2.30-3, se muestra un climadiagrama que corresponde al clima semicálido húmedo, en un área ubicada a 770 msnm aproximadamente, al sur del municipio de Alotenango; la estimación de la evapotranspiración potencial se realizó en términos generales para la zona, con base en la interpolación (en un sistema de información geográfico) de datos de precipitaciones y temperaturas promedio anuales ya que no existen estaciones metereológicas en la zona.

El climadiagrama se ha generado sobre un registro histórico de más de 30 años del servicio meteorológico nacional.

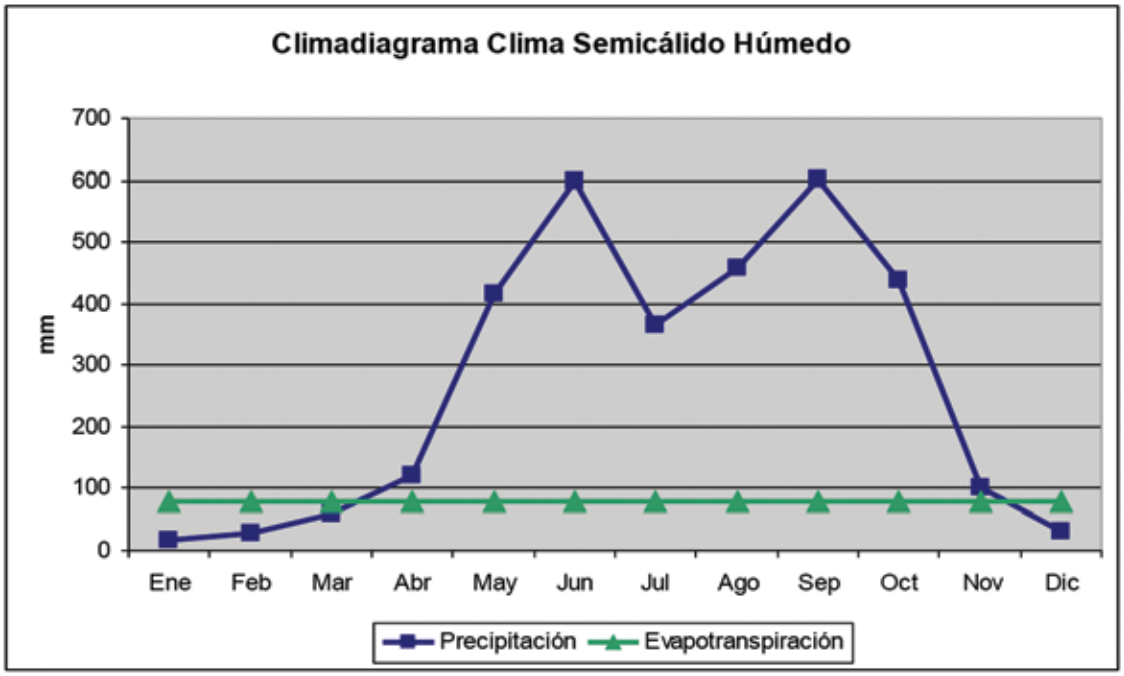


Figura 2.30.3 Climadiagrama para el clima semicálido húmedo, municipio de Alotenango.

2.3.2 Clasificación Climática

2.3.2.1 Clima Ambiental

Se realizó una clasificación climática adaptada del Sistema Thornthwaite cuyos parámetros y métodos se describen en el Anexo A: Métodos y Procedimientos. Con esta clasificación se identificaron para el departamento de Sacatepéquez 9 tipos de climas, denominados: semicálido húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo, semifrío subhúmedo, semifrío húmedo, frío subhúmedo, frío húmedo, muy frío húmedo y extremadamente frío húmedo; los dos últimos se presentan en las cimas de los volcanes (Figura 2.31).

La existencia de estos 9 tipos climáticos está determinada principalmente por la localización del departamento sobre el complejo montañoso del Altiplano Central, el gradiente decreciente de humedad de sur a norte y el factor altitudinal. Claramente los tipos húmedos están ubicados en la ladera a barlovento del viento dominante del Pacífico y en su borde de transición hacia el centro de la Meseta Central. En la

parte central y norte predominan los tipos subhúmedos, por presentar mayor confinamiento orográfico, tanto del régimen húmedo del sur como del viento Alisio del noreste.

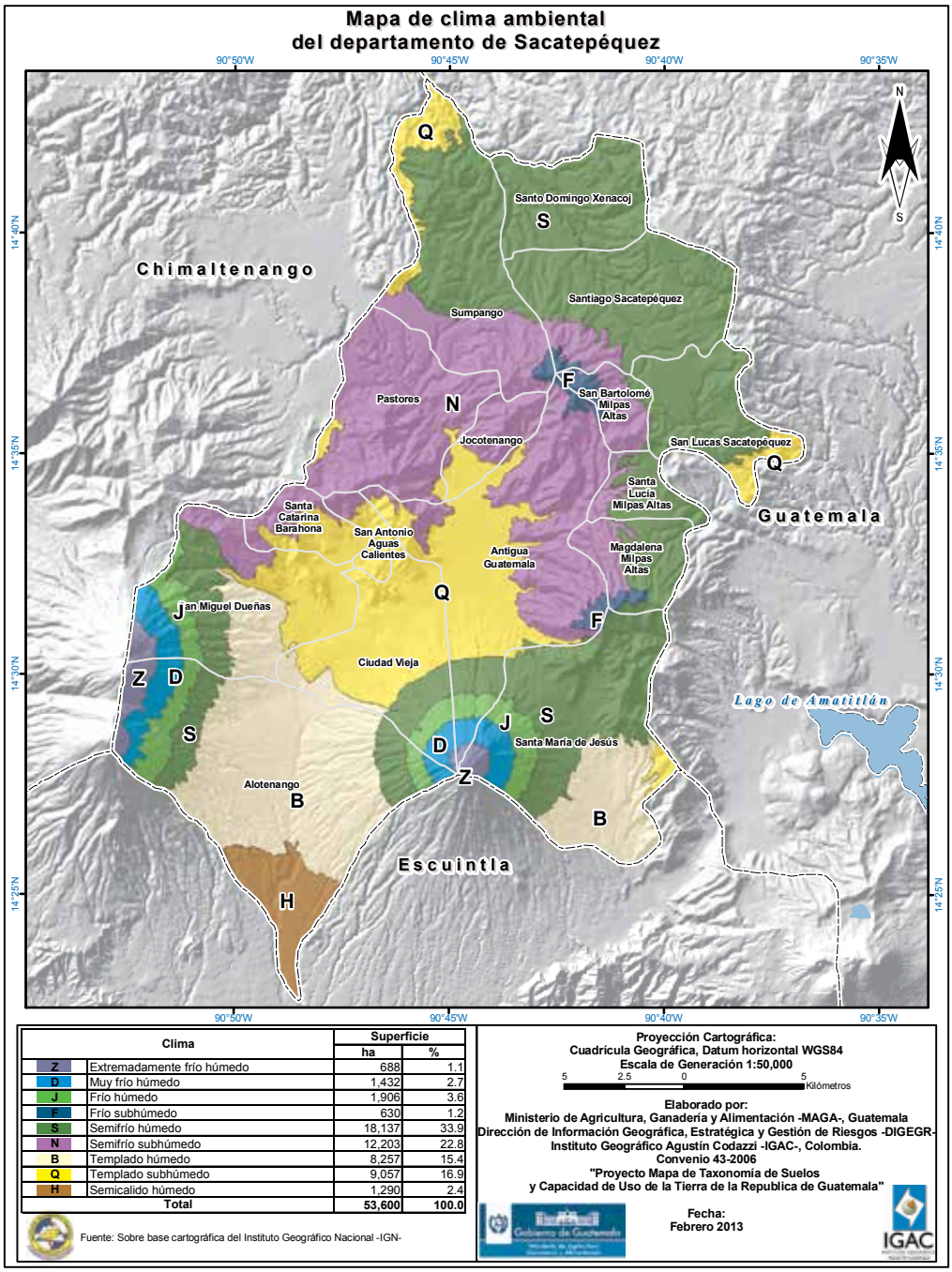


Figura 2.31 Mapa de la clasificación climática de Sacatepéquez

2.3.2.2 Clima edáfico

El clima edáfico es el clima del suelo, utilizado por los edafólogos con fines de uso y clasificación. Se tiene en cuenta tanto la temperatura media como sus fluctuaciones anuales. Asimismo, el contenido de humedad en una zona dada, se vincula con el crecimiento de las raíces.

Las propiedades climáticas del suelo tienen marcada importancia en el uso de las tierras y se miden cuantitativamente. Su importancia se debe a la relación con los procesos formadores de los suelos y con las aplicaciones agronómicas. Las propiedades climáticas de los suelos están relacionadas de modo muy estrecho con los climas atmosféricos ambientales; no obstante no correlacionan exactamente con ellos ya que la temperatura del suelo es mayor que la ambiental y en la distribución temporal de la humedad, a través del número de días secos o húmedos, intervienen aspectos vinculados con el suelo como su localización topográfica y otros propios de él: espesor de sus horizontes y capacidad de retención de humedad.

- **Regímenes de temperatura**

Los regímenes de temperatura son muy importantes ya que controlan el crecimiento de las plantas, su distribución geográfica, los procesos que forman los suelos, la composición y actividad biológica y el uso y las prácticas de manejo agrícola.

La temperatura se mide a 50 cm de profundidad donde los suelos no presentan limitantes físicas o a la profundidad donde estas se presentan; con sus valores se definen los regímenes de temperatura. El término "iso" se utiliza donde las variaciones de temperatura entre los meses más fríos y los más cálidos en el año, no exceden de 6 ºC.

Las lecturas de temperatura edáfica para el departamento de Sacatepéquez en su sección control (50 cm o menos si se presentan limitantes físicos), se hicieron con la finalidad de tener un criterio más sólido e identificar los regímenes de temperatura. Ello permitió establecer una relación con la temperatura del aire (temperatura ambiental) y con su variación en función de la altura sobre el nivel del mar.

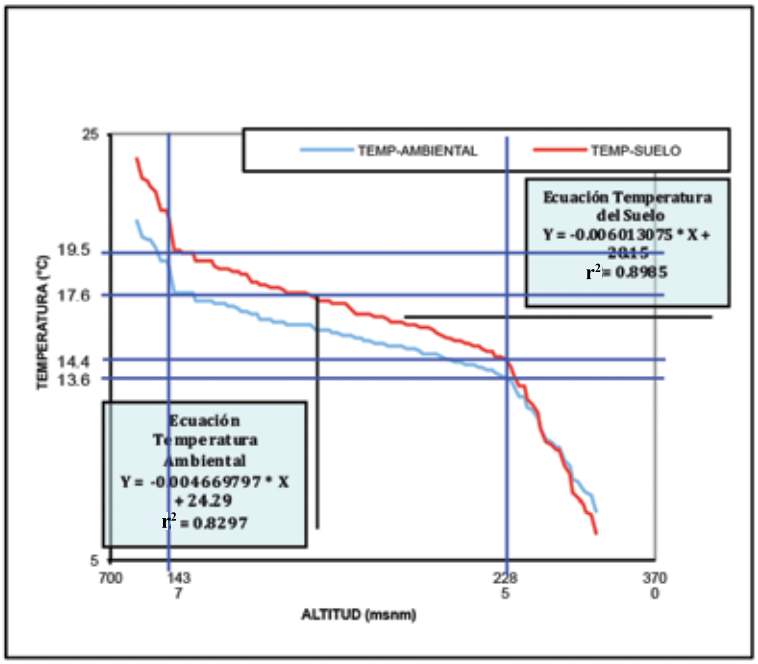


Figura 2.32. Relaciones entre la altura sobre el nivel medio del mar, la temperatura ambiental y la temperatura del suelo en el departamento de Sacatepéquez. Mediciones realizadas en octubre del año 2010 (transición entre la estación húmeda y la seca)

Los datos e información que se presentan en esta parte del capítulo constituyen una aproximación a la realidad, dado que se tomaron durante el mes de octubre del año 2010, época transicional entre la estación lluviosa y la seca. Además, debe tomarse en cuenta que las mediciones deben hacerse a través del año, o por lo menos cuando las precipitaciones varíen significativamente (aspecto muy importante en el departamento) y durante varios años; con ello se asegura que los regímenes se establezcan adecuadamente.

En la Figura 2.32 se muestran gráficamente los resultados obtenidos, en especial aquellos referidos a las relaciones entre la altura sobre el nivel del mar, la temperatura ambiente y la temperatura de los suelos y en la Figura 2.33 se observa el mapa resultante.

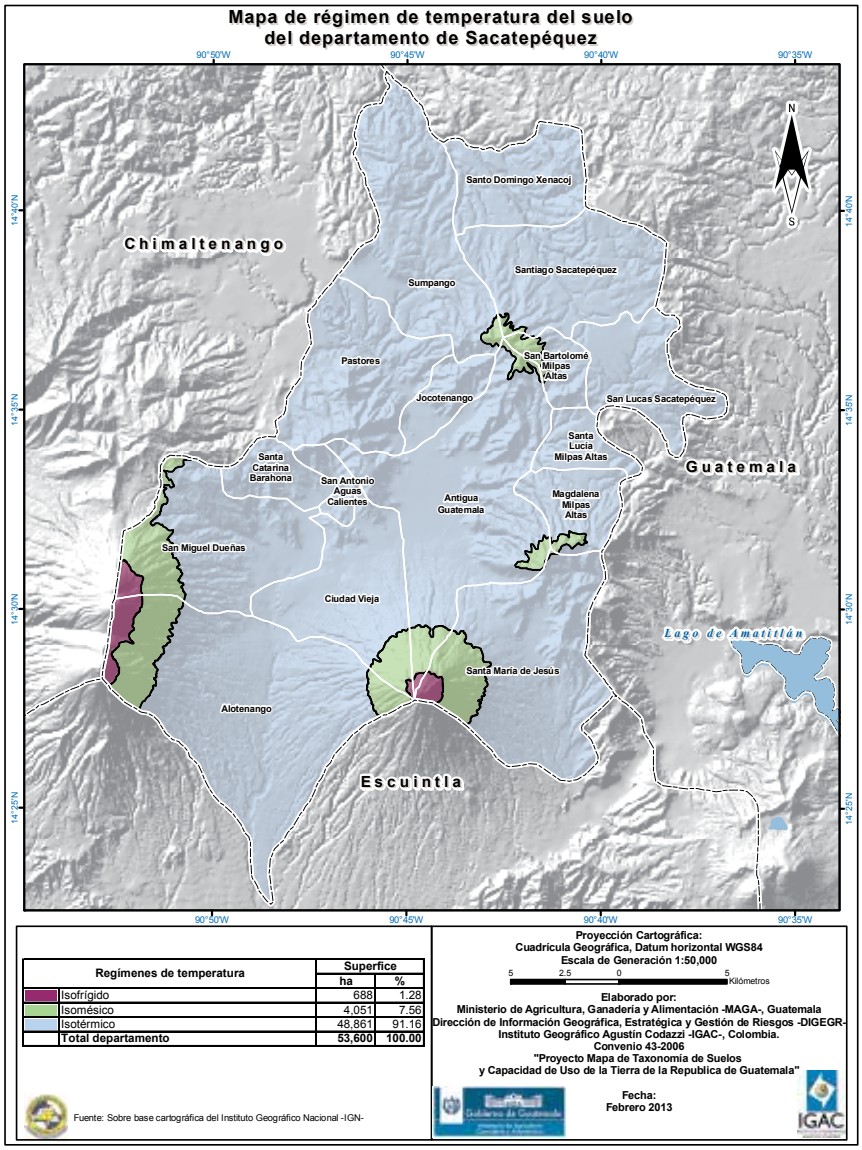


Figura 2.33 Mapa de regímenes de temperatura de los suelos de Sacatepéquez

Con base al resultado de 101 sitios (en transecta desde los sitios de menor a mayor altitud del departamento) donde se leyó la temperatura del suelo y posteriormente los datos fueron sometidos a un análisis estadístico, se obtuvieron conclusiones de carácter general, las más importantes son las siguientes:

a) La temperatura del suelo es mayor que la temperatura del aire en aproximadamente 2 ºC, (siempre referida al mismo mes). Esta tendencia se mantiene en forma constante desde la menor altura estudiada (alrededor de los 726 msnm) hasta los 1,437 msnm. A medida que continúa aumentando la altitud y hasta los 2,064 msnm, las diferencias entre ambas temperaturas se encuentran entre 1 y 2 ºC; a partir de los 2,064 msnm y hasta los 2,285 msnm, el rango disminuye (0.5 a 1 ºC). A partir de la altura indicada anteriormente y hasta la mayor altura estudiada (3,496 msnm), las diferencias entre ambas temperaturas se presentan entre más 0.5 y menos 0.5 grados, esta última a partir de los 3,424 msnm. Resalta el hecho que, entre los 2,800 y los 3,000 msnm, las temperaturas del aire y del suelo son prácticamente iguales.

b) Con base en los resultados comentados se estableció una correspondencia con las temperaturas ambientales disponibles y se aplicó los criterios consignados en la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010) para establecer los regímenes de temperatura de los suelos y caracterizarlos.

La caracterización obtenida para Sacatepéquez, indica que el régimen isotérmico o sea desde los 15 a los 22 °C de temperatura media anual en los suelos, cubre 48,861 hectáreas correspondiente al 91.2% de la superficie del departamento. El régimen isomésico (8-15 °C) con 4,051 hectáreas, equivale al 7.6 % del departamento; y el régimen isofrígido (< 8 °C) cubre un área 688 hectáreas o el 1.3% de la superficie del departamento y se localiza en cercanías del cráter de los volcanes de Acatenango, Fuego y Agua. Ver el mapa resultante en la Figura 2.33.

- **Regímenes de humedad**

Los regímenes de humedad están referidos al número de días (consecutivos o acumulados) en que la sección control está seca (humedad retenida a más de 15 bares) o húmeda (< 15 bares, pero mayor a 0) (IGAC, 1995). La sección control para la mayoría de los suelos se localiza entre 10 y 90 centímetros debajo de la superficie del suelo, diferenciándose las siguientes: a) entre 10 y 30 cm debajo de la superficie del suelo, si la clase de tamaño de partícula es francosa - fina, limosa-gruesa, limosa-fina o arcillosa; b) entre 20 y 60 cm, si la clase de tamaño de partícula es francosa - gruesa; y c) entre 30 a 90 cm, si la clase de tamaño de partícula es arenosa (Soil Survey Staff, 2010).

Los regímenes de humedad identificados para los suelos del departamento son los siguientes:

- **Ácuico:** Este es un régimen donde imperan las condiciones de reducción (falta de oxígeno), vinculado a un exceso de agua de escasa movilidad.

- **Údico:** Estos suelos se caracterizan porque la sección control no permanece seca, en ninguna de sus partes, 90 días acumulados, en años normales (Soil Survey Staff, 2010). Este régimen se estableció para el tipo de clima templado húmedo.

- **Ústico:** el régimen ústico caracteriza suelos cuya sección control permanece seca por más de 90 días acumulados, pero que pueden permanecer por más de 180 o 90 días húmedos (acumulativos consecutivos) durante el año. Se estableció para los tipos de clima semicálido húmedo, templado subhúmedo, semifrío húmedo, semifrío subhúmedo y frío húmedo. La no correspondencia con el clima ambiental "húmedo" se debe a que este se define por las precipitaciones "totales" anuales y no por su distribución a través del año.

Para poder definir la categoría del régimen de humedad údico ó ústico del suelo, que es de suma importancia para establecer la taxonomía de las unidades cartográficas de suelos, se utilizó el mapa base de clasificación climática mostrado en la Figura 2.31 y se adicionó el estudio de la vegetación según el Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra (UPGGR-MAGA, 2010) y el de Índice de Aridez de Hare y Ogallo (UPGGR-MAGA, 2002); el trabajo de modelado en Sistemas de Información Geográfica siguiendo los contornos de cultivos tales como hortalizas, café y otros; las informaciones sobre vegetación y los comentarios de los edafólogos que realizaron el trabajo de campo y por último, el criterio experto de los conocedores de la vegetación de la zona. Con estos datos se realizaron salidas al campo y se definió el mapa que se presenta en la Figura 2.34, donde se observa que el 97.35% del territorio departamental (52,177 ha) presenta características ústicas, una fracción localizada en la parte sur que ocupa el 2.51% (1,348 ha) las presentan údicas y una pequeña fracción que abarca el 0.1% del territorio (75 ha), posee características ácuicas.



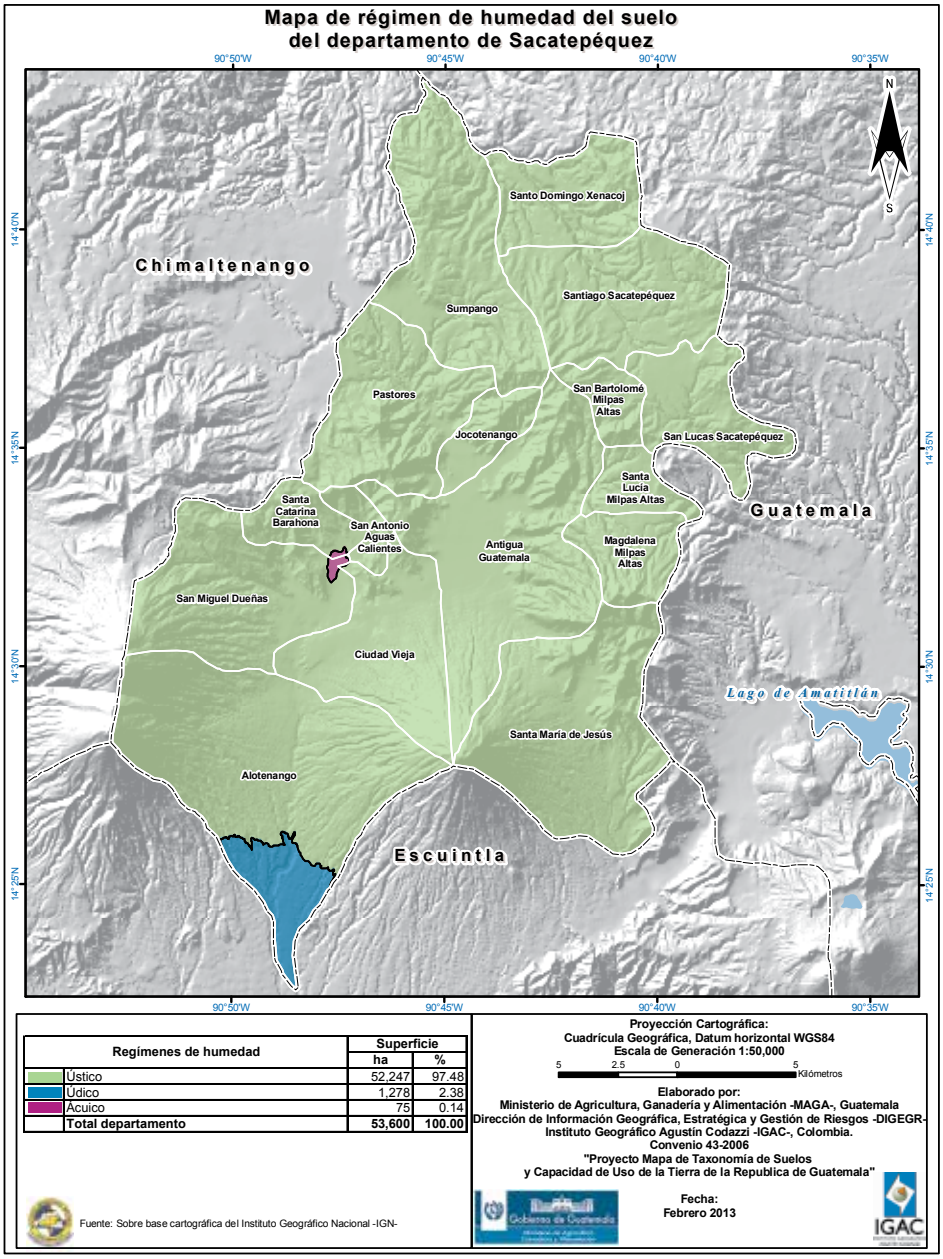


Figura 2.34 Mapa de distribución de los regímenes de humedad en el suelo del departamento de Sacatepéquez

2.4 HIDROGRAFÍA

El sistema hidrográfico nacional se divide en 3 vertientes (del Golfo de México, del Caribe y del Océano Pacífico), las cuales a su vez comprenden 38 cuencas hidrográficas. Por la posición geográfica en que se ubica el departamento de Sacatepéquez, el mismo es atravesado lateralmente en su sector norte por el parteaguas entre las vertientes del Caribe y del Océano Pacífico. Como se muestra en el Cuadro 2.5, la única cuenca de la vertiente del Caribe es la del río Motagua, la cual se extiende por el límite norte departamental y abarca los municipios de Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas. Las otras cuencas mostradas en el cuadro pertenecen a la vertiente del O. Pacífico (MAGA-UPGGR, 2004).

Cuadro 2.5 Divisoria de cuencas hidrográficas de Sacatepéquez

Vertiente	uenca	uperficie	
		ha	%
ertiente del Caribe	otagua	9,791	18.3
Vertiente del Océano acífico	chiguate	35,399	66.0
	aría Linda	8,394	15.7
	oyolate	16	0.03
OTAL		**53,600**	**100.0**

Fuente: MAGA-UPGGR, 2004

Los ríos de la vertiente del Pacífico están caracterizados por originarse a grandes alturas, poseer pendientes abruptas y en los sectores con influencia volcánica, acarrear grandes volúmenes de escoria y ceniza volcánica, lo que provoca que los ríos mantengan cursos inestables y provoquen inundaciones en su parte baja (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1 Descripción de las cuencas hidrográficas del departamento

2.4.1.1 Cuenca del río Motagua

Esta cuenca ocupa el 18.3% del territorio, e incluye los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez y parcialmente a Sumpango y San Bartolomé Milpas Altas. El curso principal es el río Motagua, los principales afluentes son los ríos Chinimayá, Chopac, La Ciénega, Nimayá, Santo Domingo, Xaltaya. El registro para la estación Pixcayá indica un caudal promedio anual de 0.72 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1.2 Cuenca del río Achiguate

Esta cuenca abarca el 66.0% de la superficie del departamento, incluye los municipios de Antigua Guatemala, Jocotenango, Pastores, San Antonio Aguas Calientes, Santa Catarina Barahona, San Miguel Dueñas, San Juan Alotenango, Ciudad Vieja y parcialmente los municipios de Sumpango, San Bartolomé Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas y Santa María de Jesús. El curso principal es el Río Achiguate, los principales afluentes son los ríos Agua Blanca, Chilacayote, Colorado, El Pilar, El Jute, El Sauce, Guacalate, Las Cañas, Pensativo, San Miguel, Santa Catarina, Santa María. El registro para la estación Alotenango, indica un caudal promedio anual de 0.64 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1.3 Cuenca del río María Linda

El 15.7% del área del departamento es abarcado por esta cuenca que incluye parcialmente los municipios de San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas y Santa María de Jesús. El cauce principal es el río María Linda, los principales afluentes son los ríos Chichorín, El Parrameño, Las Flores, Mashul, Mico, Pansalic, San José, San Lucas. El registro para la estación Jurún Marinalá I y II, indica un caudal promedio anual de 2.53 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1.4 Cuenca del río Coyolate

Esta cuenca tiene una participación de 0.03% en el territorio departamental, se presenta únicamente en los municipios de San Miguel Dueñas y San Juan Alotenango. El curso principal es el río Xayá, los

principales afluentes son los ríos Los Encuentros, Lenya, Xará y Pantaleón. El registro para la estación La Presa, sobre el río Xayá, indica un caudal promedio anual de 0.57 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.2 Usos del recurso hídrico

Los usos que se le dan al recurso hídrico por parte de las poblaciones del departamento son principalmente doméstico, riego agrícola, industrial y para disposición de desechos sólidos y líquidos (MAGA, 2001).

- **Aprovechamiento para uso doméstico:** el aprovechamiento del recurso para consumo humano se lleva a cabo a partir de fuentes superficiales (ríos, arroyos, manantiales y nacimientos), y subterráneas (principalmente pozos perforados). Los sistemas de abastecimiento que existen son de tipo tradicional, es decir, consisten en la captación y consumo directamente de la fuente, sin ningún tipo de tratamiento para potabilidad. El otro tipo es mediante un sistema de captación, diseño de red de distribución (público y/o domiciliar), operados mediante sistemas de bombeo o gravedad, dándole énfasis a este último por lo económico.

- **Aprovechamiento para riego agrícola:** aunque la cantidad de agua precipitada es suficiente durante la temporada lluviosa para el desarrollo de cultivos agrícolas anuales y permanentes, durante la época seca (el verano y "canículas"), se hace necesario aplicar agua para uso consuntivo de las plantas cultivadas, principalmente hortalizas y flores. Ante la carencia de fuentes de agua superficiales aprovechables, la principal práctica de riego realizada es por medio de aspersión, la cual es operada a partir de bombeo en pozos artesanales.

- **Aprovechamiento para uso industrial:** generalmente por parte de empresas privadas (fincas y agroindustrias), se realizan otros usos del recurso, tales como: generación hidráulica de energía eléctrica, empleo de la energía hidráulica para mover maquinaria agroindustrial y principalmente para el beneficio del café, producción pecuaria (avícola y ganadera), piscicultura a pequeña escala, entre otras.

- **El agua como receptora de desechos líquidos y sólidos:** la mayoría de municipios la utilizan como vía para el desecho de sólidos (basuras principalmente) y líquidos (drenajes y aguas servidas).

2.5 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA

La UPGGR-MAGA (2,010) condujo un estudio que permitió establecer la cobertura vegetal y uso de la tierra del departamento. Se trabajó sobre ortofotos a escala 1:15,000 provenientes de imágenes digitales tomadas entre el año 2006 y el año 2007 (MAGA, 2006); la información se actualizó durante el mes de septiembre del año 2010 por medio de talleres con expertos locales de cada municipio, estructurándose la leyenda con base en la metodología Corine Land Cover (2,002), adaptada a las condiciones del país. Los resultados del estudio realizado se muestran en el Cuadro 2.6 y Figura 2.35.

Cuadro 2.6 Cobertura vegetal y uso de la tierra del departamento de Sacatepéquez

LEYENDA		ha	%
1. Territorios artificializados	**1.1 Zonas urbanizadas**	**3,535**	**6.60**
	1.1.1 Tejido urbano continuo	2,059	3.84
	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	797	1.49
	1.1.3 Tejido urbano precario	209	0.39
	1.1.4 Lotificaciones	470	0.88
	1.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	**180**	**0.33**

LEYENDA		ha	%
	1.2.1 Zonas industriales	**132**	**0.25**
	1.2.1.1 Agroindustria	32	0.06
	1.2.1.2 Beneficios	53	0.10
	1.2.1.2.1 Beneficios de café	53	0.10
	1.2.1.5 Avícolas	33	0.06
	1.2.1.6 Porcinos	11	0.02
	1.2.1.8 Aserradero	1	0.002
	1.2.2 Comercios y servicios	**43**	**0.08**
	1.2.2.4 Instalaciones educativas	10	0.02
	1.2.2.6 Cementerio	33	0.06
	1.2.2.8 Hoteles	1	0.001
	1.2.6 Áreas turísticas, arqueológicas	**5**	**0.01**
	1.3 Minas, escombreras y zonas en construcción	**24**	**0.05**
	1.3.1 Zonas de extracción minera	**18**	**0.03**
	1.3.2 Escombreras, vertederos y rellenos	**6**	**0.02**
	1.4 Zonas verdes artificiales, no agrícolas	**83**	**0.16**
	1.4.1 Zonas verdes urbanas	**16**	**0.04**
	1.4.2 Instalaciones deportivas y recreativas	**67**	**0.12**
2. Territorios Agrícolas	**2.1 Cultivos anuales**	**6,634**	**12.38**
	2.1.1 Granos básicos	**5,978**	**11.15**
	2.1.1.1 Maíz	4,672	8.72
	2.1.1.3 Maíz, frijol	1,306	2.43
	2.1.3 Hortalizas	**624**	**1.16**
	2.1.3.1 Arveja China	64	0.12
	2.1.3.2 Mini vegetales	2	0.004
	2.1.3.3 Repollo	1	0.002
	2.1.3.6 Papa	2	0.003
	2.1.3.7 Lechuga	26	0.05
	2.1.3.9 Tomate	4	0.01
	2.1.3.10 Chile	5	0.01
	2.1.3.11 Ejote Francés	22	0.04
	2.1.3.13 Hortalizas sin identificar	446	0.83
	2.1.3.18 Berro	4	0.01
	2.1.3.19 Zanahoria	18	0.03
	2.1.3.24 Remolacha	9	0.02
	2.1.3.27 Camote	21	0.04
	2.1.4 Hortalizas bajo invernadero	**33**	**0.06**
	2.1.4.1 Tomate	16	0.03
	2.1.4.2 Hortalizas bajo invernadero sin identificar	17	0.03
	2.2 Cultivos permanentes	**11,569**	**21.58**
	2.2.1 Cultivos permanentes herbáceos	**131**	**0.24**
	2.2.1.5 Mora	58	0.10
	2.2.1.8 Flores de corte	73	0.14
	2.2.2 Cultivos permanentes arbustivos	**10,865**	**20.27**
	2.2.2.1 Café	10,865	20.27
	2.2.3 Cultivos permanentes herbáceos bajo invernadero	**132**	**0.25**
LEYENDA		**ha**	**%**

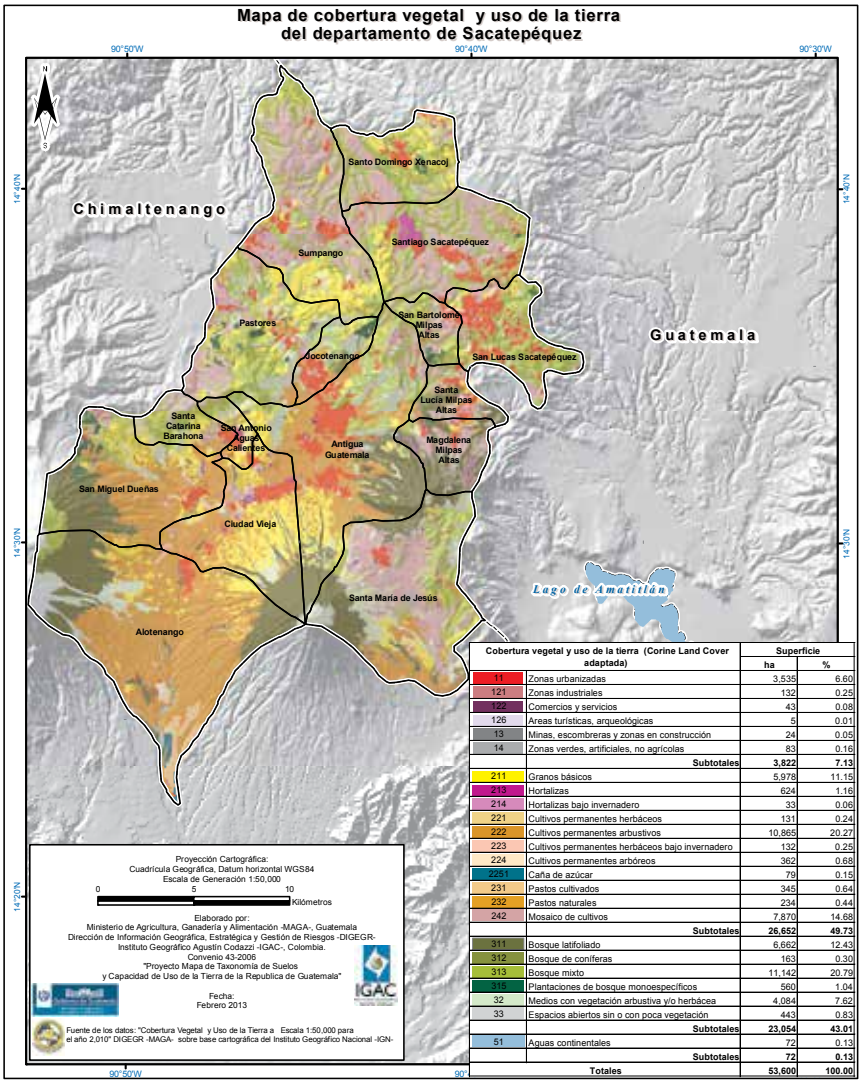
2. Territorios Agrícolas	2.2.3.1 Rosas	27	0.05
	2.2.3.4 Follajes (leather leaf, golden, marantha, hiedra, otros)	38	0.07
	2.2.3.5 Pascuas	67	0.13
	2.2.4 Cultivos permanentes arbóreos	**362**	**0.68**
	2.2.4.5 Pera	14	0.03
	2.2.4.8 Aguacate	247	0.46
	2.2.4.9 Melocotón	41	0.08
	2.2.4.10 Ciruela	2	0.003
	2.2.4.12 Cítricos	36	0.07
	2.2.4.15 Macadamia	21	0.04
	2.2.5 Cultivos permanentes de plantas o tallos	**79**	**0.15**
	2.2.5.1 Caña de azúcar	79	0.15
	2.3 Pastos	**579**	**1.08**
	2.3.1 Pastos cultivados	345	0.64
	2.3.2 Pastos naturales	234	0.44
	2.4 Zonas agrícolas heterogéneas	**7,870**	**14.68**
	2.4.2 Mosaico de cultivos	7,870	14.68
3. Bosques y medios seminaturales	**3.1 Bosques**	**18,527**	**34.57**
	3.1.1 Bosques latifoliados	6,662	12.43
	3.1.2 Bosques de coníferas	163	0.30
	3.1.2.1 Pino	76	0.14
	3.1.2.2 Ciprés	87	0.16
	3.1.3 Bosque mixto	11,142	20.79
	3.1.5 Plantaciones de bosque monoespecíficos	560	1.04
	3.1.5.1 Pino	291	0.54
	3.1.5.2 Plantaciones de ciprés	269	0.50
	3.2 Medios con vegetación arbustiva y/o herbácea	**4,084**	**7.62**
	3.2.2 Vegetación arbustiva baja (matorral)	4,084	7.62
	3.3 Espacios abiertos sin o con poca vegetación	**443**	**0.83**
	3.3.1 Playas, dunas y arenales	5	0.01
	3.3.2 Rocoso, lavas	434	0.81
	3.3.3 Espacios con vegetación escasa	1	0.003
	3.3.5 Canteras	3	0.01
5. Cuerpos de agua	**5.1 Aguas continentales**	**72**	**0.13**
	5.1.1 Ríos	65	0.12
	5.1.2 Lagos, lagunas y lagunitas	7	0.01
TOTAL		**53,600**	**100.00**

Fuente: MAGA-UPGGR, 2010

2.5.1 Descripción de los usos principales

En la categoría referente a territorios agrícolas, la mayor superficie está ocupada por cultivos permanentes (21.58%) de los tipos herbáceos (flores y mora), arbustivos (café bajo sombra) y arbóreos (frutales deciduos y otros) principalmente; la segunda superficie más importante corresponde a los cultivos anuales (12.38%), dedicada a la producción de los alimentos que constituyen la dieta básica de la población (maíz y frijol) y la producción de hortalizas que hacen parte de la economía agrícola departamental, de acuerdo con lo explicado en el capítulo 1 (actividad agrícola).

En la Categoría Bosques se constata que un 34.57% del departamento está cubierto por los mismos, con una clara predominancia del bosque mixto (*Pinus* spp. y *Quercus* spp.) sobre los bosques de coníferas y latifoliadas; mientras que la subcategoría Medios con vegetación arbustiva y/o herbácea totalizan un 7.62%, correspondiendo en su mayoría a áreas con aptitud boscosa, habilitadas para agricultura, actualmente abandonadas y que se deben recuperar para aumentar la cobertura forestal.



Cobertura vegetal y uso de la tierra (Corine Land Cover adaptada)		Superficie ha	Superficie %
11	Zonas urbanizadas	3,535	6.60
121	Zonas industriales	132	0.25
122	Comercios y servicios	43	0.08
126	Areas turísticas, arqueológicas	5	0.01
13	Minas, escombreras y zonas en construcción	24	0.05
14	Zonas verdes, artificiales, no agrícolas	83	0.16
	Subtotales	**3,822**	**7.13**
211	Granos básicos	5,978	11.15
213	Hortalizas	624	1.16
214	Hortalizas bajo invernadero	33	0.06
221	Cultivos permanentes herbáceos	131	0.24
222	Cultivos permanentes arbustivos	10,865	20.27
223	Cultivos permanentes herbáceos bajo invernadero	132	0.25
224	Cultivos permanentes arbóreos	362	0.68
2241	Caña de azúcar	79	0.15
231	Pastos cultivados	345	0.64
232	Pastos naturales	234	0.44
242	Mosaico de cultivos	7,870	14.68
	Subtotales	**26,652**	**49.73**
311	Bosque latifoliado	6,662	12.43
312	Bosque de coníferas	163	0.30
313	Bosque mixto	11,142	20.79
314	Plantaciones de bosque monoespecíficos	560	1.04
32	Medios con vegetación arbustiva y/o herbácea	4,084	7.62
33	Espacios abiertos sin o con poca vegetación	443	0.83
	Subtotales	**23,054**	**43.01**
51	Aguas continentales	72	0.13
	Subtotales	**72**	**0.13**
	Totales	**53,600**	**100.00**

Figura 2.35 Mapa de cobertura y uso de las tierras del departamento de Sacatepéquez

Los bosques, como tales, se describen en su vinculación a las zonas de vida a continuación:

2.5.2 Zonas de vida y bosques del departamento

Los bosques del departamento ocupan un 34.5% de la superficie total, los diversos tipos se localizan geográficamente de acuerdo al clima y las principales zonas de ocupación actual corresponden a las laderas de los paisajes de lomas y montaña.

Al tratar el tema de vegetación y condiciones climáticas, es importante resaltar que de acuerdo al estudio realizado por De La Cruz con base al Sistema Holdridge (1982), en el departamento se presentan 3

zonas de vida, las cuales se describen en el Cuadro 2.7, ordenadas conforme aparecen de norte a sur del departamento y con los datos de la superficie de cobertura boscosa que contienen:

Cuadro 2.7 Zonas de vida (Sistema Holdridge) en el departamento de Sacatepéquez

Zona de Vida	Símbolo	Superficie de la zona de vida (ha)	Cobertura boscosa existente en la zona de vida (ha)		
			Mixto	Latifoliado	Conífero
Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical	bh-MB	40,864	10,727	3,586	163
Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)	bmh-S(c)	7,807	29	242	0
Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical	bmh-MB	4,929	386	2,834	0
Totales		**53,600**	**11,142**	**6,662**	**163**

Fuente: MAGA-UPGGR, 2010

A continuación se realiza la descripción de las zonas de vida y de la vegetación boscosa que contienen:

2.5.2.1 Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical

Esta zona es la más extensa en el departamento, ocupa 40,864 ha (76.2% del total departamental), se distribuye desde el sector norte pasando por el área central del departamento y culmina en las faldas de los volcanes de Fuego y Acatenango por la parte suroccidental, y del volcán de Agua por la parte suroriental del departamento; sus características de acuerdo a De La Cruz (1982) son: clima frío, pendientes generalmente planas, elevaciones entre los 1,500 a 2,400 msnm, biotemperaturas entre 15 ºC a 23 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 1,057 y 1,588 mm.

Los bosques presentes abarcan 14,471 ha de las categorías mixto (10,727 ha), latifoliado (3,586 ha) y conífero (163 ha), compuestos por las especies indicadoras típicas del altiplano, las cuales son encino (*Quercus* spp.) generalmente asociados a pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y pino macho (*Pinus montezumae*), otras especies que se consideran indicadoras son aliso (*Alnus jorullensis*), duraznillo (*Ostrya* spp.), mezché (*Carpinus* spp.) y capulín (*Prunus capuli*).

2.5.2.2 Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)

Esta zona es la segunda más extensa en el departamento, abarca 7,087 ha (13.2% del total departamental), se distribuye en la parte sur del mismo y abarca la mayor parte del municipio de San Juan Alotenango, y parte minoritaria de los municipios de San Miguel Dueñas, Ciudad Vieja y San Antonio Aguas Calientes, ubicándose al sur del departamento; sus características de acuerdo a De La Cruz (1982) son: clima cálido, con relieves planos a accidentados, elevaciones entre los 80 a 1,600 msnm, biotemperaturas entre 21 ºC a 25 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 2,136 y 4,327 mm.

Los bosques abarcan 271 ha de las categorías mixto (29 ha) y Latifoliado (242 ha) compuestos por las principales especies indicadoras, tales como volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium* cyclocarpum), puntero (*Sickingia salvadorensis*), mulato (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco (*Cybistax donnell.smithii*) y chaperno (*Andira inermis*).

2.5.2.3 Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical

Esta zona es la menos extensa en el departamento, abarca 4,929 ha (9.1% del total departamental) y ocupa 2 sectores dentro del mismo, el primero de ellos y el más extenso ubicado al oeste entre San

Miguel Dueñas y San Juan Alotenango en los conos de los volcanes de Fuego y Acatenango y el segundo, al este, en el cono del volcán de Agua entre los municipios de Antigua Guatemala y Santa María de Jesús; sus características de acuerdo a De La Cruz (1982) son: clima frío, relieve accidentado, elevaciones entre los 1,800 a 3,000 msnm, biotemperaturas entre 12.5 ºC a 18.6 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 2,065 y 3,988 mm.

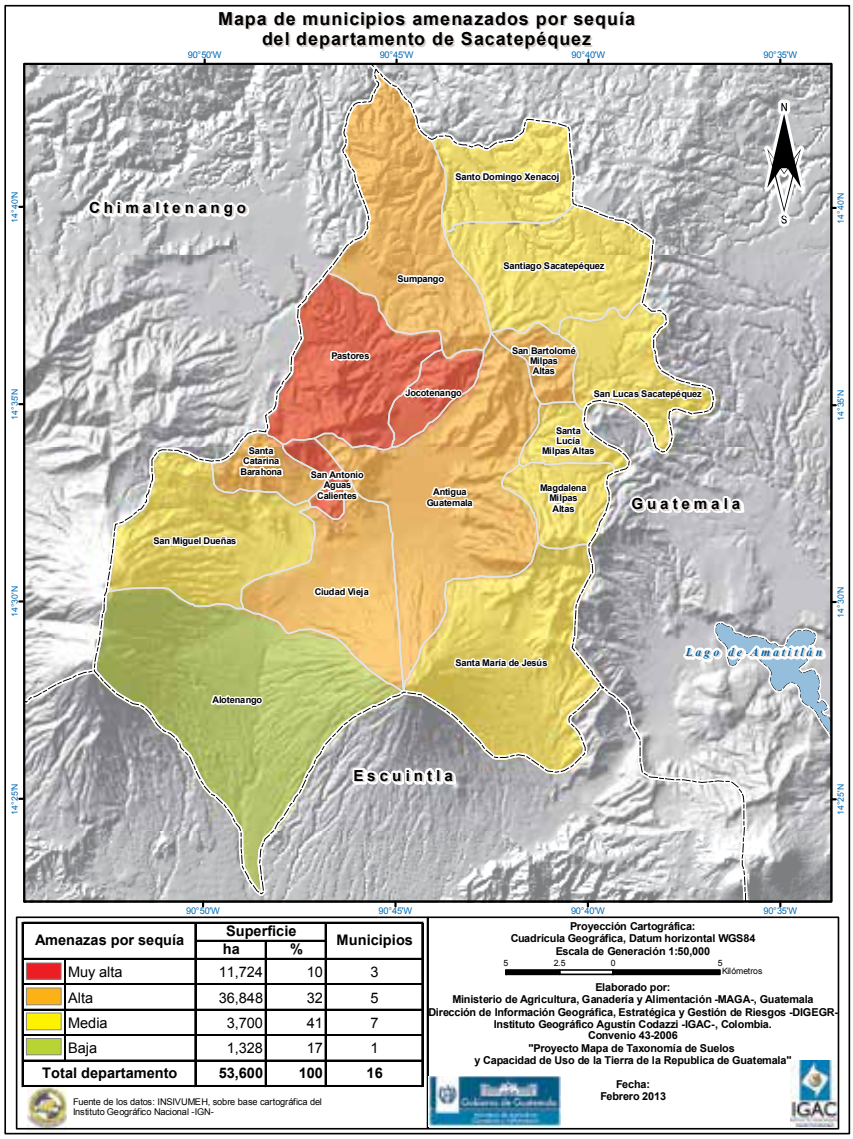
Los bosques presentes abarcan 2,639.4 ha de las categorías mixto (386 ha) y latifoliado (2,834 ha), compuestos por las principales especies indicadoras, las cuales para las partes más altas son ciprés común (*Cupressus lusitanica*), mano de león (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*) y pino triste (*Pinus pseudostrobus*), otras especies que pueden aparecer en las partes medias y bajas de la zona son aliso (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.).

2.6 AMENAZAS NATURALES

2.6.1 Amenazas por sequías

El departamento posee zonas con diferente exposición a fenómenos naturales que eventualmente pueden convertirse en desastres y que afectan en mayor o menor grado el normal desenvolvimiento de las actividades de la población local. Los fenómenos naturales analizados que ya tienen datos básicos e información procesada, son: amenaza por sequía; amenaza por heladas y amenaza por inundaciones.

Estas tres amenazas se conjugan en un índice integrado por municipio. En las Figuras 2.36; 2.37; 2.38 y 2.39, se muestra la zonificación de las amenazas y el índice integrado, tal como se manejó en el informe VAM (MAGA, 2002).



Amenazas por sequía	Superficie ha	Superficie %	Municipios
Muy alta	11,724	10	3
Alta	36,848	32	5
Media	3,700	41	7
Baja	1,328	17	1
Total departamento	53,600	100	16

Fuente de los datos: INSIVUMEH, sobre base cartográfica del Instituto Geográfico Nacional -IGN-

Proyección Cartográfica:
Cuadrícula Geográfica, Datum horizontal WGS84
Escala de Generación 1:50,000
5 2.5 0 5 Kilómetros

Elaborado por:
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, Guatemala
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, Colombia.
Convenio 43-2006
"Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos
y Capacidad de Uso de la Tierra de la Republica de Guatemala"

Fecha:
Febrero 2013

IGAC

Figura 2.36 Mapa de amenazas por sequía

De acuerdo con la Figura 2.36, se presenta muy alta amenaza en 5,431 hectáreas correspondiente al 10% del departamento de Sacatepéquez, en los municipios de Jocotenango, Pastores y San Antonio Aguas Calientes; con amenaza alta 17,414 ha equivalentes al 32%, en los municipios de Sumpango, San Bartolomé Milpas Altas, Antigua Guatemala, Santa Catarina Barahona y Ciudad Vieja; con amenaza media 21,795 ha o 41% de la superficie departamental, identificada en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santa María de Jesús y San Miguel Dueñas y con amenaza baja por sequía 9,015 hectáreas correspondiente al 17% del área, en el municipio de Alotenango.

2.6.2 Amenazas por heladas

Con riesgo bajo se han identificado 31,574 ha, equivalentes al 59% del departamento en los municipios de Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, Magdalena Milpas Altas, Santa María de Jesús y San Miguel Dueñas, Ciudad Vieja y Alotenango y con amenazas por heladas muy bajo se presentan 22,026 ha, correspondiente al 41% del departamento, en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Pastores, Jocotenango, Santa Catarina Barahona, San Antonio Aguas Calientes. En la Figura 2.37 se presenta el mapa de riesgos por heladas, Antigua Guatemala.

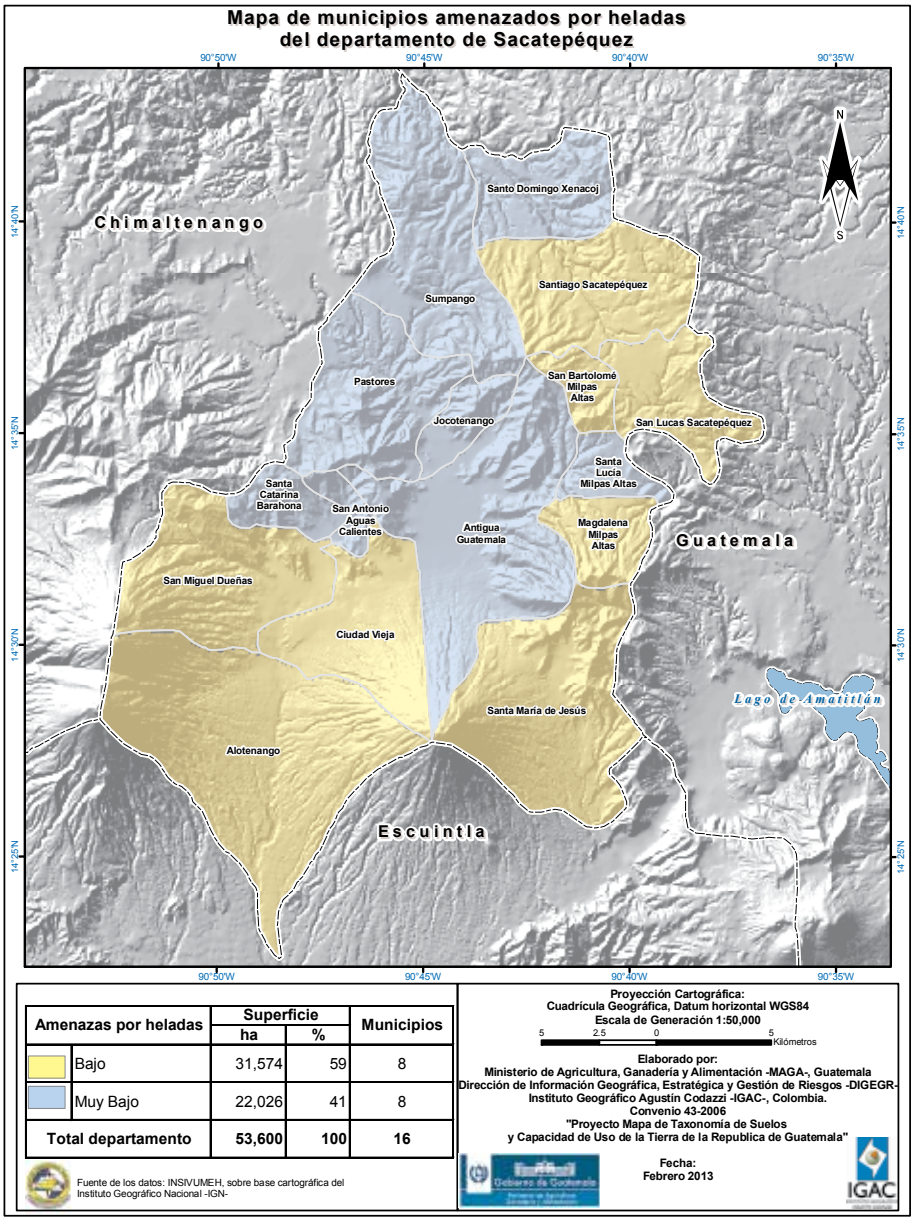


Figura 2.37 Mapa de amenazas por heladas

2.6.3 Amenazas por inundaciones

Con mediano riesgo por inundaciones se registran 6,389 hectáreas (11.9%), en los municipios de Pastores y Santo domingo Xenacoj; con bajo riesgo 6,886 ha (12.8%), en el municipio de Antigua Guatemala y sin riesgo 40,325 hectáreas correspondiente al 75.2% de la superficie del departamento, en los municipios de Sumpango, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena milpas Altas, Santa María de Jesús, Santa Catarina Barahona, San Antonio Aguas Calientes, Ciudad Vieja y Alotenango. La Figura 2.38 presenta las zonas con riesgos por inundaciones.

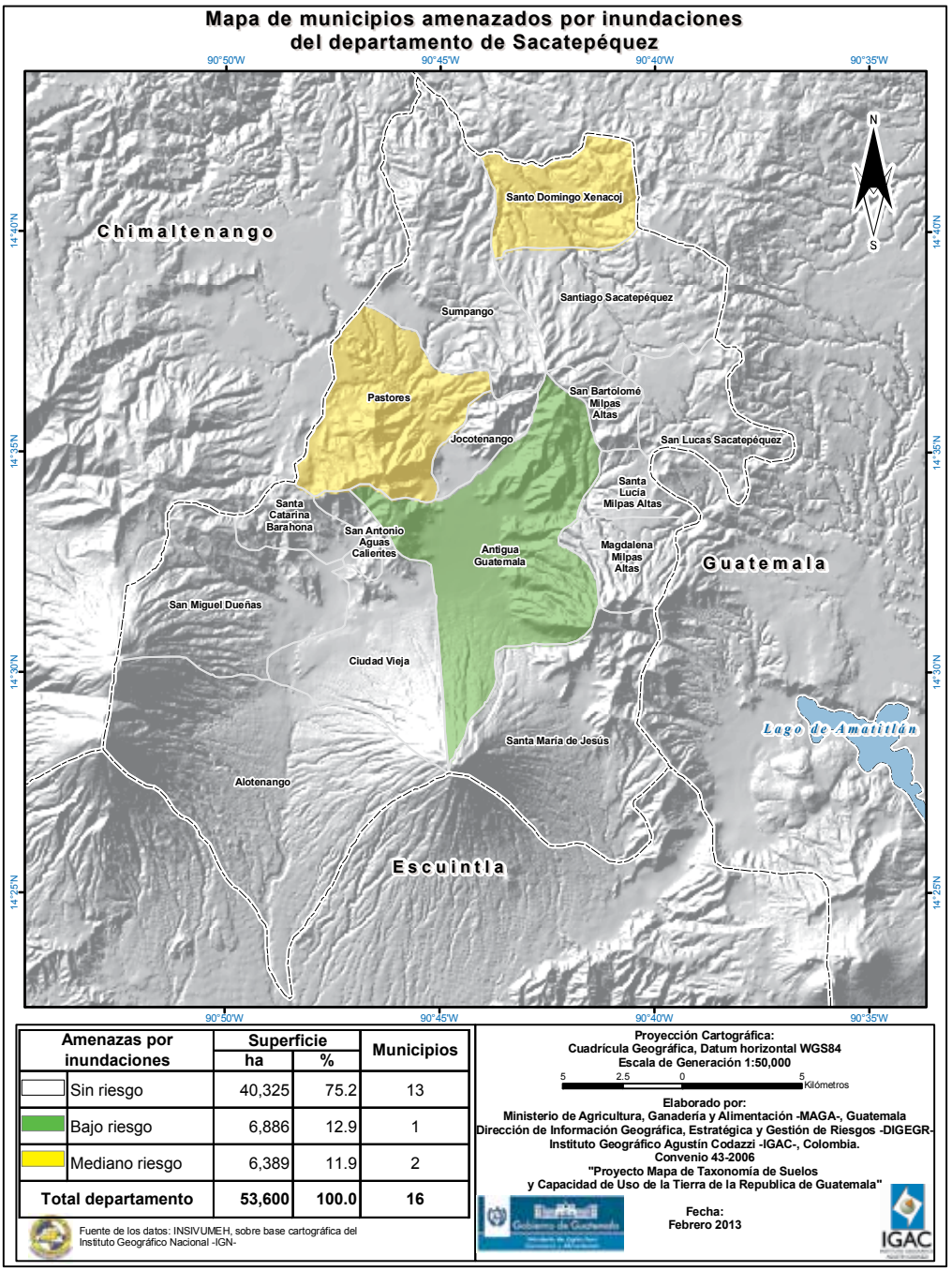
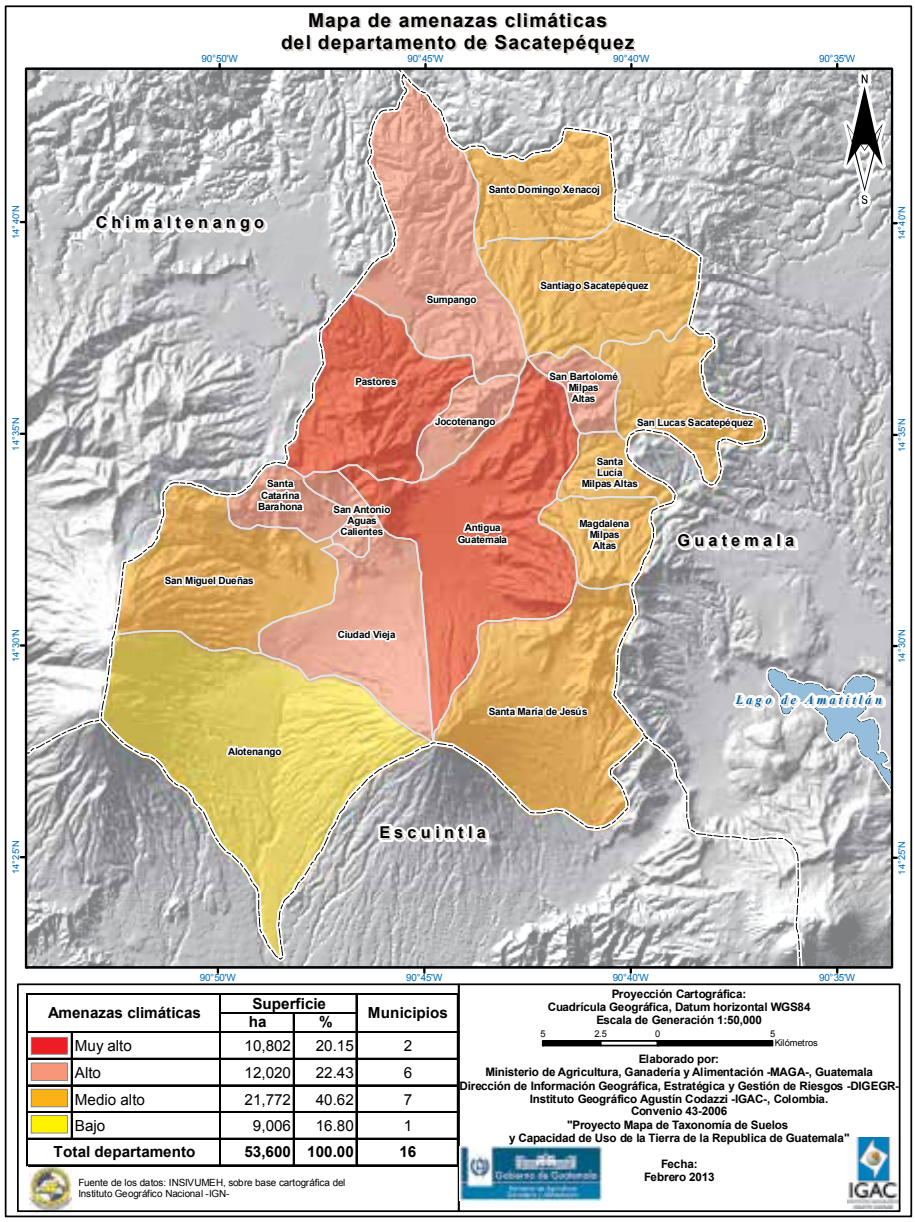


Figura 2.38 Mapa de amenazas por inundaciones

2.6.4 Índice integrado de amenazas climáticas

Al integrar las tres amenazas naturales (sequías, heladas e inundaciones) en un índice, surge el mapa de "índice integrado de amenazas climáticas" que se muestra en la Figura 2.39.

Con muy alto grado de amenazas de origen hidrometeorológico se presentan 10,802 hectáreas equivalentes al 20% del área departamental en los municipios de Pastores y Antigua Guatemala; con alto grado hay 12,020 ha correspondiente a 22%, en los municipios de Sumpango, Jocotenango, San Bartolomé Milpas Altas, Santa Catarina Barahona, San Antonio Aguas Calientes y Ciudad Vieja; con grado medio – alto 21,772 ha o 41%, los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santa María de Jesús y San Miguel Dueñas y con bajo grado de amenazas 9,006 ha que corresponde al 17% de la superficie total del departamento, se presenta en el municipio de Alotenango.



Amenazas climáticas	Superficie ha	Superficie %	Municipios
Muy alto	10,802	20.15	2
Alto	12,020	22.43	6
Medio alto	21,772	40.62	7
Bajo	9,006	16.80	1
Total departamento	53,600	100.00	16

Fuente de los datos: INSIVUMEH, sobre base cartográfica del Instituto Geográfico Nacional -IGN-

Proyección Cartográfica:
Cuadrícula Geográfica, Datum horizontal WGS84
Escala de Generación 1:50,000
5 2.5 0 5 Kilómetros

Elaborado por:
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, Guatemala
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, Colombia.
Convenio 43-2006
"Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos
y Capacidad de Uso de la Tierra de la Republica de Guatemala"

Fecha:
Febrero 2013

IGAC

Figura 2.39 Índice integrado de amenazas climáticas (MAGA, 2002)

2.7 BIBLIOGRAFÍA

BONNIS, S. 2009. Geología de Chimaltenango. Inédito. Guatemala, 6 p.

CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las Zonas de Vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. Guatemala, 42 p.

DENGO, G. 1973. Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. México, 52 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2010. Informe del Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC con referencia a 29 muestras mineralógicas del Departamento de Sacatepéquez. Inédito.

_____. 2007. Los Cañones Colombianos: Una síntesis geográfica. Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica – CIAF. Bogotá. 243 p.

_____. 2005. Geomorfología aplicada a los levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, IGAC. Hugo Villota, 2da. edición, Bogotá, Col. 280 p.

_____. 1995. Suelos de Colombia. Subdirección de Agrología. Bogotá. 632 p.

_____. 1993. Mapa geológico de la República de Guatemala. (Hoja Guatemala). Escala 1:250,000. Guatemala.

INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2004. Atlas Hidrológico de la República de Guatemala. sde. sp.

MACKENNEY, A. 1986. Volcán Pacaya. Michigan, Technological University. sde. sp.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, GT). 2010. Mapa de Uso Actual del Departamento de Sacatepéquez, 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-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgos, GT). 2009. Mapa de Clasificación Climática de la República de Guatemala, a escala 1:50,000, adaptado del Sistema Thornthwaite –Memoria Técnica-, inédito. 195 p.

_____. 2006. Proyecto "Obtención de Imágenes Digitales a Escala de Detalle de la República de Guatemala". Inédito. 60 p.

_____. 2004. Atlas temático de las cuencas hidrográficas de Guatemala, 2da. Edición, Guatemala. 269 p.

MAGA-UPIE (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Políticas e Información Estratégica, GT). 2001. Mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000 -Memoria Técnica-. MAGA-BID-Programa de Emergencia por Desastres Naturales/PAFG/INAB, Guatemala. 109 p.

_____. 2001. Plan de Manejo Subcuenca del río Pensativo – Alto Guacalate, Guatemala. MAGA-UPIE-BID, Programa de Emergencia por Desastres Naturales, Guatemala. 234 p.

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.

SOIL SURVEY STAFF (SSS). 2010. Keys to soil taxonomy. 11th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 333p.

UVG-INAB-CONAP (Universidad del Valle de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 2006. Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala durante los años 1991, 1996 y 2001, y mapa de cobertura forestal 2001. Fase II: Dinámica de la cobertura forestal. Ediciones Superiores, Guatemala. 90 p.

VIÑALS, JAIME. 2008. Guatemala Tierra de Volcanes. Empresa Eléctrica de Guatemala. Editorial D´Vinni S. A. Bogotá, Colombia. 137 p.



CAPÍTULO 3

GÉNESIS, TAXONOMÍA Y CARTOGRAFÍA DE LOS SUELOS



Capítulo 3: GÉNESIS, TAXONOMÍA Y CARTOGRAFÍA DE LOS SUELOS

3.1 INTRODUCCIÓN

Los objetivos del capítulo residen en conocer cómo se forman y evolucionan los suelos del departamento de Sacatepéquez, concretar este conocimiento en su clasificación taxonómica y que el mismo constituya la base para entender su distribución geográfica (cartografía de suelos).

El sistema taxonómico norteamericano (Soil Taxonomy, Soil Survey Staff 2006, 2010) se utilizó para clasificar los suelos del departamento de Sacatepéquez; dicho sistema ha sido ampliamente seguido en muchos países del mundo.

La cartografía de los suelos, en este caso a nivel de semidetalle (escala1:50,000), sirve para espacializar su distribución, con lo cual la información y el conocimiento se hacen asequibles para los usuarios.

3.2 GÉNESIS DE SUELOS

La génesis trata de la evolución de los suelos a partir de los materiales geológicos y los depósitos superficiales que incluyen los de origen orgánico. Los suelos no se presentan en la naturaleza arbitrariamente, ya que su presencia está determinada por la acción de factores y procesos formadores, tales como la naturaleza del material parental, el clima, el relieve, los organismos vivos y el tiempo de su actuación (IGAC, 2005).

Según el IGAC (1995), el suelo es un recurso natural básico para la subsistencia del hombre, constituye la capa más superficial de la litosfera y se forma a través del **tiempo** como resultado de la interacción de los factores **clima**, **relieve y organismos,** incluyendo al hombre, sobre los **materiales geológicos** que conforma la corteza terrestre.

El concepto "tierra" es más amplio que el referido al "suelo", dado que incluye una zona de la superficie del planeta cuyas características abarcan todos los atributos estables o previsiblemente cíclicos de la biósfera, el clima, el suelo, la geología, hidrología, población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana. Estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por el hombre (FAO, 1984).

3.2.1 Factores de formación del suelo

Un factor de formación del suelo es un agente, una fuerza, una condición o una combinación de ellos, que afecta, ha afectado o puede influir en un material original del suelo, con potencial para cambiarlo (Buol, 1989).

Los factores formadores del suelo actúan externamente sobre los materiales parentales con un efecto profundizante, mientras que los procesos formadores, que se describen más adelante, actúan principalmente en la parte interna del suelo. Estos son los conceptos básicos necesarios para entender el desarrollo de los suelos.



La forma o aspecto que presenta el perfil del suelo (morfología), sus características y propiedades químicas, físicas, biológicas y mineralógicas, son el resultado de la acción de los factores ambientales sobre el material parental; éstos, al integrarlos con los procesos, definen el origen y la evolución del suelo, tal como se muestra en la Figura 3.1.

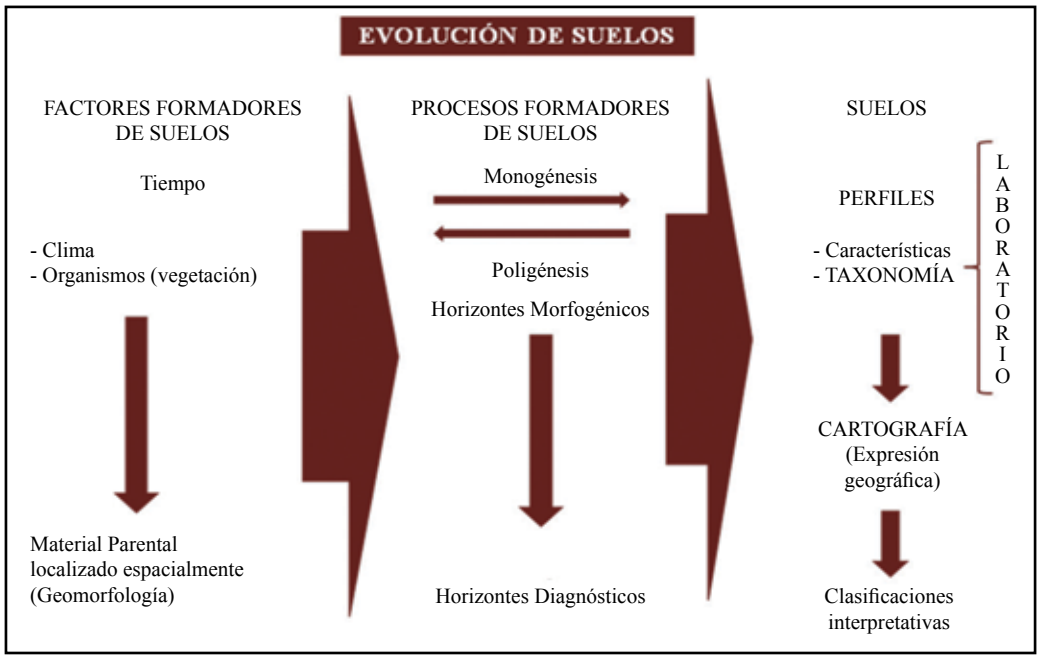


Figura 3.1 Diagrama seguido en los estudios de génesis y evolución del suelo, con la finalidad de establecer su relación con la taxonomía, cartografía y aplicaciones de los levantamientos de suelos

Los factores que causan la formación y desarrollo del suelo son cinco y se describen a continuación:

Factores activos:

- **El clima:** Permite el inicio y la evolución de los suelos.
- **Los organismos:** Junto con el clima actúan sobre los materiales parentales con la finalidad de cambiarlos.

Factor pasivo:

- Es el **material parental** a partir del cual se forman los suelos y que hace parte de las geoformas donde se presentan los suelos.

Factores condicionantes:

- **El relieve:** condiciona los efectos producidos por la interacción de los demás factores de formación.
- **El tiempo:** dimensión que permite la actuación de los factores formadores.

El orden de los factores formadores, por su importancia en la evolución de los suelos en el departamento de Sacatepéquez, se trata a continuación:

3.2.1.1 Material parental

Los materiales parentales a partir de los cuales se forman los suelos son, en última instancia, producto de la acción que causan el clima y los organismos, de forma combinada sobre las rocas produciendo

efectos físico - químicos y biológicos, por lo que éstos influyen tanto en las propiedades físicas: color, textura, estructura, porosidad y profundidad efectiva, como en las químicas: cantidad de bases, alta o baja capacidad de intercambio de cationes y fertilidad potencial.



Figura 3.2 Mantos de ceniza volcánica sobre piedra pómez. Municipio de Pastores (Foto: W. González, 2009)

El departamento de Sacatepéquez, por encontrarse entre 3 volcanes jóvenes, de los cuales 1 de ellos aún presenta actividad eruptiva, contiene suelos que han evolucionado o están en constante desarrollo sobre fragmentos de múltiples tamaños, de materiales cuaternarios y holocénicos derivados de las explosiones volcánicas, entre ellos: tefras, cenizas, lapilli, pómez y tobas, muestra de lo cual se presenta en la Figura 3.2 y otros que conservan características ígneas como son los depósitos gravigénicos y aluvio – coluviales.

La distribución granulométrica obedece a la fuerza explosiva de los volcanes; los más gruesos (lapilli y escorias) se depositan más cerca del cráter ya que son atraídos primero por la fuerza de gravedad, por lo cual dominan en los conos volcánicos y piedemontes de los mismos. Los materiales van disminuyendo de tamaño a medida que se alejan de los cuerpos volcánicos, esto debido a que los más finos, como las cenizas, fueron y son transportados por los vientos en todas las direcciones, por lo cual dominan en áreas alejadas de ellos, también son arrastrados por el agua de escorrentía o por corrientes de agua, temporales o permanentes, que descienden de los volcanes, o desde las zonas montañosas hacia los pequeños valles o zonas depresionales.

Con el fin de estimar la fertilidad actual y potencial de los suelos del departamento, se enviaron 29 muestras de suelo al laboratorio de suelos del IGAC en Colombia y se procedió a realizar un análisis mineralógico, por los métodos de “difracción de rayos x” para la fracción arcillosa y “análisis óptico con microscopio petrográfico” para la fracción arena; los resultados obtenidos son los siguientes:

- Existe correspondencia entre el bajo nivel de evolución de los suelos y su mineralogía. Plagioclasas, piroxenos y anfíboles han sido muy poco afectados por el intemperismo.
- El vidrio volcánico es predominantemente félsico y en proceso de vitrificación: lo que tentativamente podría explicar el aporte de potasio a los suelos, además explicaría parte de la fuente de materiales no cristalinos, dominantes en la fracción arcillosa.
- La fertilidad potencial de los suelos es alta.

3.2.1.2 Relieve

Este es uno de los factores determinantes en la evolución de los suelos, ya que condiciona los efectos producidos por la interacción de los demás factores de formación; además facilita, acelera, retarda o inhibe los procesos de formación, responsables de la diferenciación de los horizontes del suelo. El grado de inclinación, la longitud de las laderas, la posición fisiográfica y la orientación de las geoformas, constituyen elementos que influyen en la edafogénesis. También influye en características tales como el nivel freático, en la susceptibilidad de los suelos a los procesos de erosión y los movimientos en masa (Figura 3.3).

Tres son las acciones principales que ejerce el relieve en relación con la evolución de los suelos:

- **Acción de la fuerza de gravedad:** actúa constantemente sobre el relieve, como un agente que produce degradación en las zonas de pendientes altas, arrastrando consigo las partículas de todo tipo de materiales (fragmentos de roca, materia orgánica, coloides y otros) hacia las zonas donde estos pueden guardar equilibrio con el medio (zonas planas o encajantes). Mientras que en las partes altas los suelos suelen ser más delgados, en las partes bajas se produce acumulación, por lo tanto los suelos generalmente son de mayor espesor.

- **Acción del agua:** este agente produce lavado en las zonas convexas, arrastrando partículas hacia las zonas cóncavas o bajas, cuando no se infiltra o percola en el suelo. La cantidad de humedad en el suelo se estima a través del drenaje natural, este se incrementa a medida que lo hace la pendiente y se torna lento o impedido en las áreas planas.

- **Influencia del grado de inclinación**: actúa como modificador del clima e influye en la temperatura y la humedad, generando microclimas, afecta la intensidad calórica de las radiaciones que recibe el suelo, con la orientación regula el tiempo de incidencia de las mismas y con la altitud interviene como modificador del clima en general.



Figura 3.3 Efecto del relieve en la génesis de suelos: a la izquierda pendiente plana y suelos profundos sobre una Terraza en paisaje de Altiplano, y a la derecha, suelos superficiales sobre pendiente escarpada en lomas del paisaje de montaña. Municipios de Sumpango y Pastores respectivamente. (Fotos: W. González, 2009)

Los tipos de relieve delineados en el estudio del departamento de Sacatepéquez, son los siguientes: estrato-volcán, filas y vigas, lomas, glacís, mesas, escarpe, cañones y cañadas, vallecitos y abanicos.

La evolución de los suelos en cada una de estas geoformas está sujeta a eventos alternos que modelan el paisaje, actuando a favor o en contra de su evolución, debido a que el relieve regula el equilibrio entre la pedogénesis (formación del suelo) y la morfogénesis (modificación del espacio).

3.2.1.3 Clima

Entre los componentes climáticos más importantes predominan la precipitación, la temperatura, el viento y la radiación solar. Los dos primeros intervienen favoreciendo la fragmentación de las rocas, alterando los minerales e interviniendo en la dinámica química de los productos de alteración (retención, translocación, eliminación y otros), ello facilita la acción de múltiples organismos, tanto inferiores como superiores.

- **El agua,** al caer sobre los suelos adquiere gran dinamismo: una parte se infiltra, otra se percola, otra es utilizada por los organismos, otra se convierte en agua de escorrentía y la restante se evapora. La precipitación influye en la lixiviación (lavado) o translocación (cambio de lugar) de los materiales que encuentra a su paso como bases, arcillas, nutrientes de las plantas y otras sustancias químicas depositándolas en los horizontes más profundos o eliminándolas completamente.

- **La temperatura** es un agente importante en la meteorización física por su efecto directo sobre la velocidad de reacción de las sustancias; influye además en la adaptabilidad de los organismos al medio. A mayor altura, menor temperatura, menor descomposición, mayor acumulación de materia orgánica en los suelos, lo contrario ocurre en las zonas bajas ya que a menor altura, mayor temperatura, mayor mineralización y menor acumulación de la materia orgánica.

El clima afecta la pedogénesis y la relación suelo – agua – planta en el departamento; algunos de estos efectos se llevan a cabo, debido a:

- La variabilidad en las temperaturas que pueden fluctuar desde los 8 oC en las cimas de los volcanes hasta los 21.5 ºC media anual en los piedemontes ubicados al sur del departamento y en cercanías al límite con el departamento de Escuintla.

- La existencia de una distribución anual muy marcada de la precipitación, la cual es mayor en el sur del departamento y disminuye hacia el norte en las zonas montañosas.

- La presencia de un período largo de sequía, que varía alrededor de los cinco meses de duración (desde finales de noviembre hasta abril, afectando el 97.35% del departamento y generando un régimen ústico de humedad en el suelo).

- Las mayores precipitaciones se registran en la zona sur del departamento y promueven un régimen údico del suelo (2.51% del área); estas no llegan a afectar el suelo por encharcamiento, debido a las texturas gruesas y altas pendientes presentes. Los niveles freáticos son muy profundos, excepto en la unidad cartográfica Venecia, donde es superficial y presenta un régimen ácuico (0.14% del total del departamento).

3.2.1.4 Organismos

Los organismos afectan al suelo de una forma activa, en ellos se incluyen los macro y microorganismos, tanto vegetales como animales y por supuesto el hombre.

Los organismos de tamaño grande (macroorganismos) y los pequeños (microorganismos), aportan sustancias orgánicas y minerales para su formación. Así por ejemplo: las hormigas, los mamíferos excavadores y el hombre al hacer labranza, mezclan el suelo; las lombrices de tierra digieren la materia orgánica, hacen cavidades por donde circula el agua y el aire, depositan material transformado; los



microorganismos intervienen en la descomposición y mineralización de la materia orgánica, generando humus; las plantas aportan sus residuos (materiales orgánicos) y ayudan a fracturar las rocas, a través de sus raíces.

La cobertura vegetal es importante en los procesos de génesis y evolución de los suelos, ya que actúa como un colchón amortiguador, recibiendo las gotas de lluvia y haciéndolas descender lentamente para descargarlas sobre el suelo, sin alterar su estructura y evitando la erosión. Favorece los microclimas locales al interrelacionar con la temperatura, la transpiración, la humedad y especies de cada lugar; participa en los procesos de translocación y transformación, las raíces extraen los elementos del subsuelo y los depositan en la superficie del suelo; produce efectos sobre la estructura del suelo (tipo, grado y clase) a partir del humus generado; su acción genética se asocia con la formación de complejos y quelatos, a través de los diferentes compuestos orgánicos asociados a ella.

La acción del hombre mejora o destruye los suelos, según haga o no un uso adecuado de ellos, tal como se ilustra en la Figura 3.4. La tala incontrolada los deja desnudos por lo que las gotas de lluvia, al caer sobre las estructuras directamente, producen salpicamiento y destrucción de las mismas; la aplicación excesiva de agroquímicos pueden afectar la actividad biológica. De igual forma como destruye el suelo el hombre, también puede realizar prácticas de manejo adecuadas y llevar a cabo técnicas de conservación para prolongar su existencia y producir alimentos.



Figura 3.4 En la fotografía de la izquierda se muestra a un agricultor que hace buen uso del suelo sembrando en sentido transversal de las pendientes; en la fotografía de la derecha se ha talado el bosque en laderas de pendientes fuertes, lo que promueve la erosión y el arrastre de materiales por el agua de escorrentía. Municipio de Santa María de Jesús (Foto: W. González,

3.2.1.5 Tiempo

El tiempo, en pedogénesis se refiere a la dimensión temporal que permite la actuación de los demás factores de formación, favorece su interacción y ocurrencia de los procesos involucrados en la diferenciación del perfil.

La velocidad de formación de un suelo, en términos generales es extraordinariamente lenta y depende del tipo de factores formadores de cada suelo; por ejemplo los suelos se desarrollarán más fácilmente

sobre materiales originales sueltos e inestables que a partir de rocas duras y constituidas por minerales estables; su formación será más rápida en climas húmedos y cálidos que en climas secos y fríos. Por ello la velocidad de formación del suelo es muy variable; los rangos abarcan valores desde 1mm/año hasta 0,001mm/año (Dorronsoro, 2010).

De acuerdo con PROCAM-INDERENA (1986) un centímetro de suelo productivo requiere entre 3,000 y 12,000 años en formarse; ello determina que se considere como "un recurso natural renovable".

Las coberturas vegetales y un gran número y variedad de otros organismos (especialmente microorganismos) inician un proceso de colonización sobre los materiales que originan los suelos, estos van aportando materia orgánica y formando suelos muy jóvenes; a medida que transcurre el tiempo estos productos transformados se van acumulando y formando suelos cada vez más espesos, maduros y fértiles.

Respecto al desarrollo de los suelos en el departamento, estos reciben permanentemente materiales nuevos debido a la constante actividad volcánica, entre ellos cenizas y lapilli. Ello se acentúa principalmente hacia el sur del departamento, por lo cual exhiben poca diferenciación de horizontes maestros; en este caso dominan los Entisoles y Andisoles de baja evolución (en conjunto, suman 34% de la superficie del departamento). Hacia el norte del departamento los suelos presentan un mayor grado evolutivo, destacándose los Molisoles (45.6%), Inceptisoles (16.6%) y Alfisoles 2.9%.

3.2.2 Procesos formadores del suelo

Los procesos formadores pueden agruparse en dos categorías: generales y específicos. Los primeros sirven para entender, en una primera aproximación, los mecanismos dominantes de evolución; los segundos para definirla más detalladamente, ya que al integrar los procesos dominantes, indican en forma concisa la tendencia evolutiva (Cortés y Malagón, 1984).

3.2.2.1 Procesos generales

Estos hacen referencia a la secuencia de eventos simples o complejos que incluyen reacciones o arreglos de materia y que afectan internamente al suelo. Mientras que los factores formadores son predominantemente externos, los procesos formadores ocurren en el interior del suelo.

Las ganancias, transformaciones o alteraciones, pérdidas y las translocaciones constituyen, en su orden, los principales procesos generales que han intervenido, ya sea en forma individual o en conjunto, en la formación de los suelos del departamento de Sacatepéquez.

- **Adiciones o ganancias:** proceso mediante el cual los suelos se enriquecen con materiales provenientes de diferentes fuentes y composición; estos, posteriormente se transforman e incorporan a los materiales ya preexistentes (Figura 3.5).

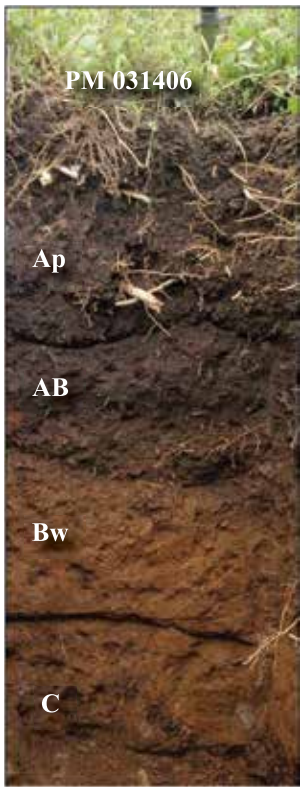


Figura 3.5 Horizontes A enriquecidos con materiales de origen orgánico éstos, al humificarse generan complejos órgano - minerales estables, especialmente en los Andisoles (Foto: G. Bonilla, 2009)

En relación con la materia orgánica, se ha encontrado que los suelos con mayor contenido son aquellos de las zonas más altas y frías,

principalmente en las laderas del volcán de Agua, debido a que éste lleva un tiempo considerablemente "inactivo", con desarrollo de vegetación exuberante, lo que ha permitido su acumulación.

- **Transformaciones:** las transformaciones se refieren a todas las alteraciones que se producen en el suelo ya sea de compuestos orgánicos o minerales (intemperismo mecánico y químico de las rocas). Los productos resultantes, por ejemplo la formación de minerales secundarios (arcillas) y los involucrados en las diferentes etapas de la mineralización y humificación de compuestos orgánicos, constituyen ejemplos de ellos; éstas últimas se muestran en la Figura 3.6.

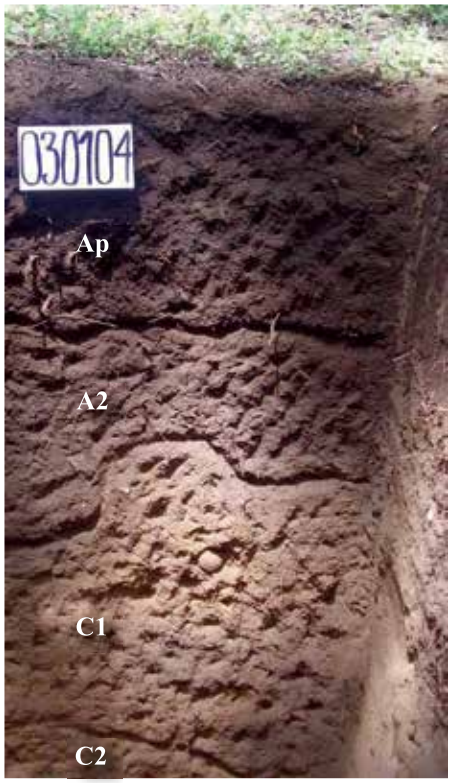


Figura 3.6 Proceso importante de humificación en el horizontes A, producto de la "transformación" de la materia orgánica y su posterior incorporación al material mineral (Foto: G. Bonilla, 2009)

Mediante el proceso de transformación los minerales primarios llegan a constituir minerales secundarios o de neoformación como las arcillas o materiales amorfos como las alófanas. En algunas formas del relieve, la conservación de los materiales amorfos se debe a las características o condiciones del medio ecológico, el clima húmedo y las bajas temperaturas.

Como producto de estas transformaciones, en el departamento de Sacatepéquez se han identificado suelos que, por su evolución, presentan características de los siguientes órdenes: Molisoles, seguido de los Andisoles, Inceptisoles, Entisoles y por último los Alfisoles; suelos cuyas características morfológicas, físicas, químicas, bioquímicas y mineralógicas se explican en la Sección 3.4 "descripción de los suelos clasificados"; sin embargo, la mayoría de ellos presentan intergradaciones ándicas debido a que han evolucionado a partir de materiales piroclásticos del Cuaternario, en especial del Holoceno y Pleistoceno; su diferenciación, en gran medida, está relacionada con la variación en el tamaño de las partículas, la composición química y la edad.

- **Translocaciones:** las translocaciones son procesos por medio de los cuales las sustancias minerales u orgánicas se movilizan de un sitio a otro dentro del perfil del suelo, por medio del flujo del agua que circula por él. También los organismos del suelo como las lombrices, las hormigas y las taltuzas, excavan galerías, generando cambios mecánicos en la composición del suelo. El agua es el agente más importante que interviene en las translocaciones, ya que mezcla los materiales, los separa, los transporta y los concentra.



El mecanismo de movilización y depositación de arcillas (fenómeno típico de las translocaciones) es propiciado por un período estacional de sequía. Los ciclos alternos de humedecimiento y secamiento facilitan la dispersión de ellas, fenómeno que permite su translocación.

- **Pérdidas:** proceso mediante el cual los solutos del suelo son eliminados del perfil, por lixiviación o lavado. El proceso se asocia con la pérdida de nutrientes o elementos como el calcio, el potasio, el sodio y el magnesio, por ser estos muy solubles, su acción hace que el suelo se acidifique.

En el departamento las zonas con mayor precipitación (régimen údico) tienden a presentar valores de pH inferiores a 5.5. Cuando esta disminuye (régimen ústico) los valores de pH superan el 6.0; mientras que las zonas de transición tienden a presentar valores entre 5.5 y 6.0 y, en algunos casos, superiores a 6.0. En síntesis, las pérdidas por lavado son muy pocas en el departamento.

Además de las pérdidas por lixiviación, también se presentan pérdidas por erosión hídrica y eólica. La erosión hídrica se acentúa a medida que aumentan las pendientes; la irregular distribución de las lluvias, generalizada en Sacatepéquez, hace que estas caigan con mayor intensidad y frecuencia durante 5 meses, generando escorrentía y arrastrando consigo muchos materiales hacia las zonas bajas o a los cauces de agua. La erosión eólica es común en el primer semestre del año (época seca) cuando los vientos son más fuertes y aumentan su velocidad, transportando las partículas finas y sueltas de la superficie del suelo. Tal como se muestra en la Figura 3.7, en la región es común la preparación de las tierras en el primer semestre del año para sembrar al caer las primeras lluvias, el alistar los suelos con anticipación hace que queden a merced de las fuertes lluvias y de los vientos, facilitando su pérdida por erosión.



Figura 3.7 Lomas desprovistas de vegetación y susceptibles a la erosión. Municipio de Ciudad Vieja (Foto: W. González, 2009)

3.2.2.2 Procesos específicos

Los procesos específicos explican la evolución de los suelos, ya que mediante la agrupación de procesos generales (sopesando la importancia de cada uno) se resume el "mecanismo" de su formación. Ellos permiten, además, vincular la descripción y nomenclatura de los horizontes con la taxonomía.

Los procesos específicos a través de las huellas que dejan en el perfil del suelo, originan horizontes morfogenéticos (su forma o morfología se explica por su génesis). Estos procesos combinan o integran dos o más procesos generales. Los procesos específicos más importantes identificados en este estudio corresponden a la andolización (presente en los Andisoles) y la lexiviación (dominante en los Alfisoles).

Por otra parte la incorporación de la materia orgánica y su posterior "unión" con la fracción mineral del suelo y una alta saturación de bases, forma horizontes oscuros. Estas son características diagnósticas propias de los Molisoles, que además son blandos, fértiles, con alto contenido de minerales primarios ya que están muy influenciados por los piroclastos. Los Molisoles son los suelos predominantes en el departamento y su proceso específico es la melanización (oscurecimiento).

Los Entisoles e Inceptisoles son suelos con poco o incipiente desarrollo pedogénetico por lo que no muestran procesos específicos y cuya génesis responde a los procesos generales.

A pesar de la influencia marcada de productos y materiales parentales de origen ígneo en los suelos del departamento no hay dominio de los Andisoles, además estos son de son de bajo grado evolutivo. Por otra parte, los piroclastos influyen notoriamente y explican las integradaciones ándicas de los Entisoles, Inceptisoles y Molisoles.

La descripción de los procesos específicos dominantes en el departamento es la siguiente:

- **La Andolización:** hace referencia fundamentalmente a la producción de materiales amorfos, mediante la alteración de piroclastos, en especial cenizas volcánicas, los cuales reaccionan con los generados por transformación de materiales orgánicos, determinando horizontes (Figura 3.8) superficiales oscuros y ricos en materiales orgánicos. La intensidad y grado de evolución del proceso está en función del clima y de la estabilidad de la geoforma en la cual se encuentre.

La importancia del proceso radica, en la práctica, en la comparativa alta fertilidad de estos suelos, no obstante su fijación de elementos que, como el fósforo, que al parecer son retenidos por los compuestos amorfos y por aluminio activo, especialmente por éste último, determinando que su aplicación sea localizada, obviamente en función del tipo de cultivo (sin embargo la retención amerita más investigación para determinar con certeza este fenómeno). El exceso de mecanización, tanto convencional como tecnificada, produce degradación de la estructura, disminuyendo el tamaño de los agregados, pulverizando los suelos y haciéndolos susceptibles a la erosión hídrica y eólica, además de disminuir su capacidad productiva.



Figura 3.8 En la foto a). Andisol (Humic Vitricryands) poco evolucionado a partir de materiales gruesos, perfil 31101 y en b). Andisol (Vitric Haplustands), más evolucionado, perfil 31106, municipio de Santa María de Jesús (Fotos: Archivo UPGGR, 2009).

- **La Lexiviación** se vincula con un proceso de translocación de las arcillas dentro del perfil del suelo, pasando de los horizontes superficiales a los subsuperficiales, por lo que el resultado es la formación de un horizonte morfogenético o maestro "B" con acumulación de arcilla, para lo cual se le asigna el subíndice "t" que indica este proceso, propio de los Alfisoles, tal como se ilustra con la Figura 3.9.

La aplicación práctica de la lexiviación reside en la generación de horizontes subsuperficiales que, de acuerdo con su grado de evolución (mayor o menor intensidad del proceso), pueden afectar la profundidad radicular, el almacenamiento y conducción del agua y el intercambio gaseoso. La arcilla en suelos con poca humedad puede actuar como un agente endurecedor y compactador o, en suelos con excesos de la misma, puede producir sobresaturación y hacer disminuir los niveles de oxígeno.

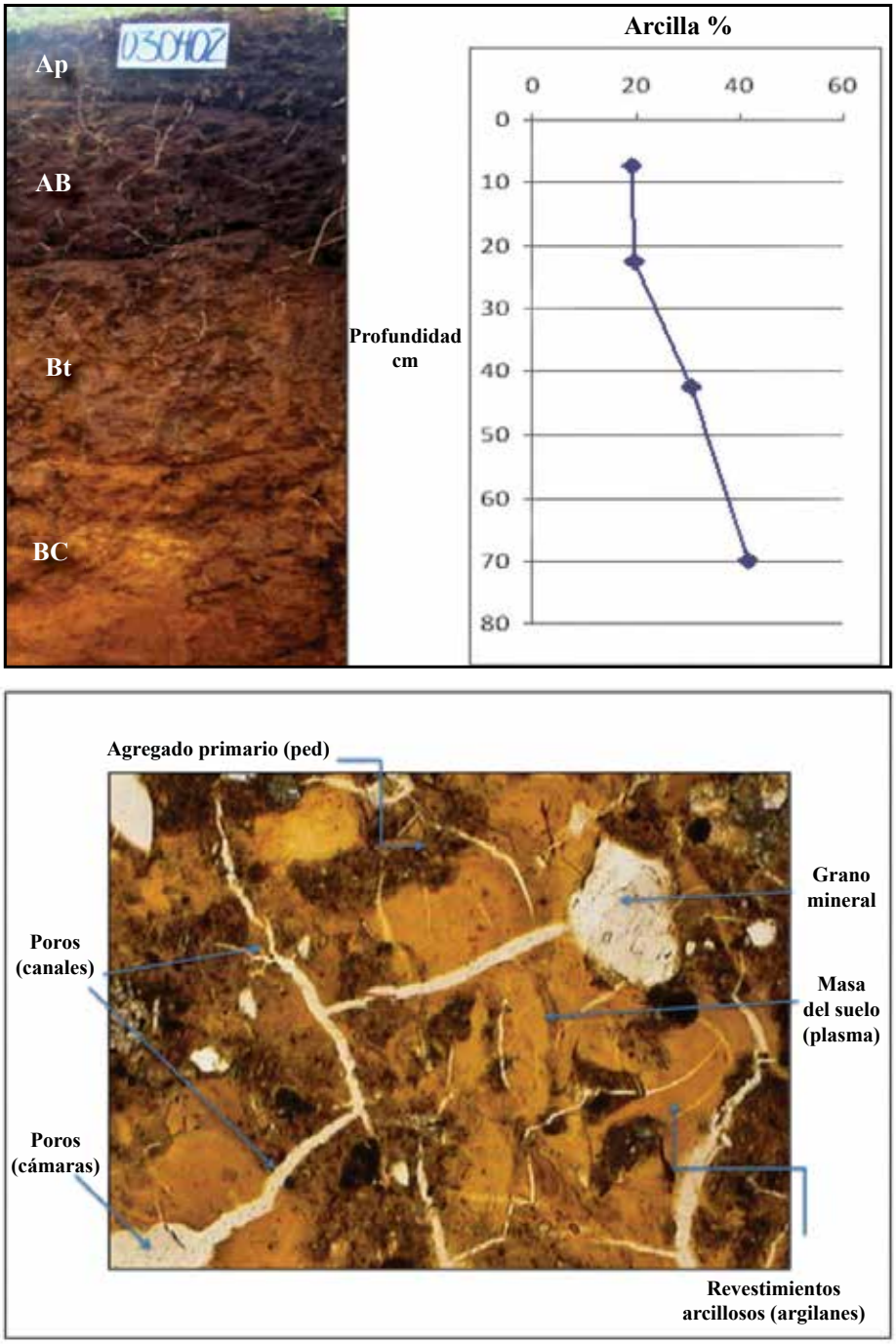


Figura 3.9. La fotografía superior izquierda corresponde al perfil de un suelo Vitrandic Haplustalfs, al lado derecho la gráfica del contenido de arcilla y en la fotografía inferior (nicoles paralelos y aumento 10 x 3.3), un horizonte Bt (horizonte argílico) del mismo perfil, el cual muestra la migración mecánica de arcillas de color pardo en forma de revestimientos en cavidades (Fotos: MAGA e IGAC, 2009)

En los demás suelos del departamento, ejemplo de los cuales se presenta en la Figura 3.10, su tipo y grado de evolución está referido a procesos generales, no específicos de formación de suelos (Entisoles e Inceptisoles).

Los procesos a los que se ha hecho referencia dejan sus marcas en el perfil: los horizontes cuya morfología se asocia con los procesos. Ello se evidencia al describir los perfiles y asignarles letras mayúsculas a los principales horizontes y letras minúsculas o subíndices asociados a los procesos formativos. Ello conforma la apreciación cualitativa sobre el origen y evolución de los suelos, que identifica el edafólogo al describir los perfiles.



Figura 3.10 La foto a). Perfil de un suelo de baja evolución del Orden Entisol (Vitrandic Udorthents), Perfil 031403, el cual presenta colores oscuros debido a condiciones litocrómicas, municipio de San Juan Alotenango y en b). Inceptisol de mayor evolución que el anterior (Typic Humustepts), perfil 30405l, municipio de Santa María de Jesús (Fotos: C. García, 2009).

El paso siguiente consiste en pasar de lo cualitativo a lo cuantitativo, mediante información de campo y laboratorio; su objetivo es establecer los horizontes, llamados de diagnóstico (epipedones y endopedones), que permitan clasificar el suelo taxonómicamente. Estos horizontes hacen referencia a la parte superior e inferior del suelo.

3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Los cuerpos naturales, como los suelos, deben clasificarse con la finalidad de resumir su conocimiento, poderlo comunicar a otras personas, transferirlo y aplicarlo. Ello conforma un sistema taxonómico. El sistema de clasificación aplicado en el área de estudio es la taxonomía de suelos norteamericana (Soil Survey Staff, 2006, 2010). En el presente estudio se llega al nivel de familia que corresponde a un nivel de semidetalle, escala cartográfica 1:50,000. Este sistema se fundamenta en características naturales, vale decir que clasifica los suelos por sus características pero sin establecer sus aplicaciones específicas. Ello difiere de las clasificaciones que buscan las aplicaciones prácticas o técnicas, por ejemplo: la clasificación de tierras por su capacidad de uso.

El conocimiento del suelo se sintetiza mediante las clasificaciones naturales o taxonómicas, las aplicaciones (derivadas del conocimiento) se llevan a cabo mediante las clasificaciones técnicas o prácticas. A las primeras se hace referencia en este capítulo, las segundas se tratarán posteriormente en el Capítulo V.

3.3.1 Clasificaciones Taxonómicas

Las clasificaciones taxonómicas se fundamentan en la relación: horizontes morfogenéticos (cualitativos) - horizontes diagnósticos (cuantitativos) - taxonomía de suelos. Ejemplos de horizontes genéticos en el departamento son: "A" (horizonte superficial no intervenido); "Ap" (horizonte superficial trabajado por el hombre); "Bw" (transformación del material parental a B); "Bt" (acumulación de arcilla en el B) y "C" (material que genera el suelo) y otros.

El sistema taxonómico utilizado puede resumirse en la pirámide taxonómica presentada en la Figura 3.11.



Figura 3.11 Pirámide multicategórica del sistema norteamericano de clasificación de suelos y sus relaciones con escala, detalle y objetivos (IGAC, 1995)

Esta figura muestra las categorías que integran el sistema y las clases que conforman las categorías. Las categorías parten de lo general a lo específico. Del menor detalle (escalas pequeñas) al mayor detalle (escalas grandes).

Las categorías mayores (orden al subgrupo) reflejan las marcas cuantitativas dejadas por la evolución de los suelos. Las categorías menores (familia y serie) buscan generar criterios que apoyen la aplicación de la información y la transferencia agrotecnológica e ingenieril.

De acuerdo con la taxonomía relacionada en el Cuadro 3.1 y el mapa de la Figura 3.14, en el departamento de Sacatepéquez se identificaron 5 de los 12 órdenes que integra el sistema norteamericano de clasificación. Están ordenadas de acuerdo con su extensión y son: Molisol (41.81%), Andisol (27.86%), Inceptisol (21.03%), Entisol (6.07%) y Alfisol (3.23%), que se subdividen en subórdenes, grandes grupos, subgrupos y familias.

En este estudio se llegó hasta el nivel de familia, categoría que se aplica a los "estudios semidetallados". Los cuales se realizan a escalas cartográficas 1:25,000 a 1:50,000.

3.3.1.1 Descripción de las categorías del sistema de clasificación

- **Orden:** Categoría con el máximo nivel de abstracción (más general). Se vincula con marcas y características dejadas por los procesos de formación de suelos, entre ellos presencia o ausencia de horizontes diagnósticos. Por ejemplo: Andisol (lo identifica las letras And): Proceso específico: andolización (formación de compuestos resultantes de la unión de productos derivados de la alteración de cenizas volcánicas con aquellos provenientes de la descomposición de materiales orgánicos).

- **Suborden:** Categoría superior que indica la homogeneidad genética, según la presencia de propiedades asociadas con la humedad del suelo, su temperatura, baja evolución y otros. Por ejemplo Vitrands: Andisol poco evolucionado, evidenciado por abundancia de vidrio volcánico.

- **Gran Grupo:** Indica presencia o ausencia de capas u horizontes diagnósticos como duripán y en este caso por el régimen de humedad. Por ejemplo Ustivitrands: Andisol poco evolucionado y con abundancia de vidrio volcánico; su ubicación en esta categoría se debe a que presenta régimen de humedad ústico, es decir que el suelo permanece seco por más de tres meses.

- **Subgrupo:** Indica intergradaciones a otros suelos o extragradaciones a no suelos. Por ejemplo: La palabra "humic" que lo vincula con esta categoría, se debe a que el suelo tiene un epipedón mólico o úmbrico.

- **Familia:** En esta categoría, de gran detalle, las principales clases que la integran están referidas a la distribución de partículas (de todos los tamaños) que integran el suelo, la composición mineralógica de ellas, su actividad (qué tan activas son) y al régimen de temperatura donde se encuentran los suelos. Por ejemplo Humic Ustivitrands familia ceniza, isotérmica

En los Andisoles y suelos que intergradan a ellos, en la clase de distribución de partículas por tamaño, se utilizan otras clases (llamadas substitutas) y que reflejan mejor esta distribución, causada por la presencia de ceniza volcánica, piedra pómez, lapilli, brechas, entre otros materiales.

Todas las clases mencionadas son fundamentales para establecer criterios que, apoyados en la composición y características del suelo, faciliten establecer su mejor uso y normas de manejo, su comportamiento agrícola e ingenieril y la transferencia agrotecnológica entre zonas donde se presente la misma taxonomía.



Las principales clases de suelos (a nivel de subgrupos), en el departamento se consignan en el Cuadro 3.1.

La clasificación a mayor detalle (familias de suelos) está expresada en la leyenda que acompaña el mapa de suelos del departamento; se presenta en el Capítulo 4.

3.3.1.2 Horizontes diagnósticos

Los horizontes "diagnósticos" se denominan así por poseer características diferenciantes basadas en propiedades de los suelos tales como color, espesor y consistencia. Uno o más de ellos permiten

clasificar el suelo en el sistema de clasificación utilizado. Las características deben ser el resultado de procesos genéticos tangibles y cuantificables. Su calificativo de "diagnóstico" los vincula directamente con la taxonomía de los suelos.

A). Epipedones (epi, sobre): horizontes superficiales que no son sinónimo del horizonte A, pero se relacionan con él; pueden incluir horizontes transicionales al B (Figura 3.12).

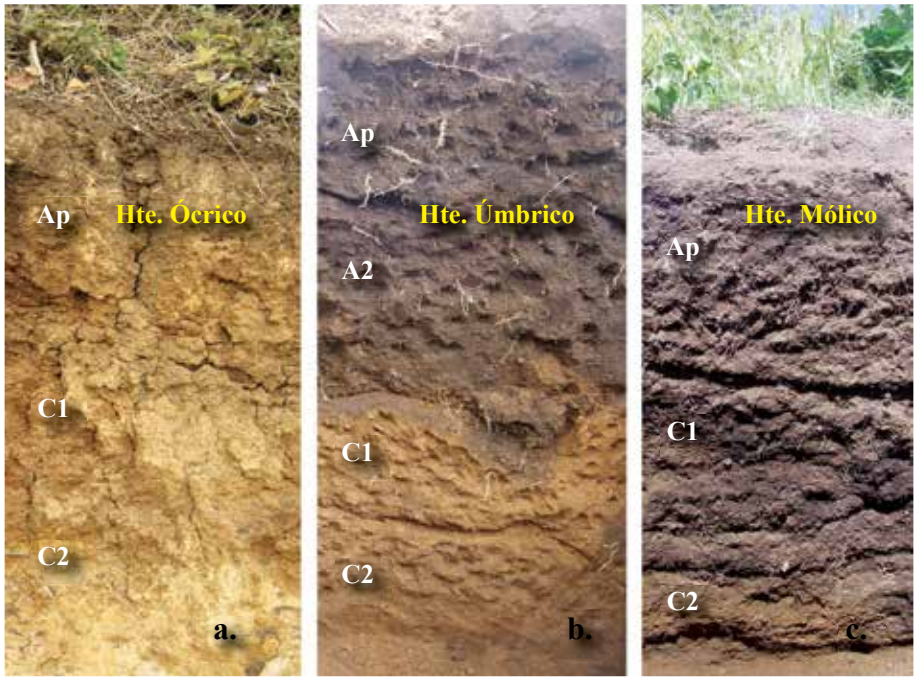


Figura 3.12 En la fotografía a) se muestra un horizonte diagnóstico ócrico con colores claros y bajo contenido de materia orgánica; en la foto b) un horizonte úmbrico con alto contenido de materia orgánica y en la fotografía c) un horizonte mólico con altos contenidos de materia orgánica y saturación de bases mayor al 50%, ello lo diferencia del horizonte úmbrico (Fotos: D. Yoc, 2009)

Los epipedones determinados en el departamento son los siguientes:

- **Ócrico:** epipedón muy delgado o muy seco, tiene colores que indican contenidos bajos o muy bajos de carbono orgánico, pueden ser masivos, duros o muy duros en estado seco.

- **Úmbrico:** formado por materiales minerales. Horizonte espeso, oscuro y con baja saturación de bases.

- **Mólico:** al igual que el epipedón úmbrico, el epipedón mólico está formado por materiales minerales; es espeso y oscuro, pero con alta saturación de bases.

B). Endopedones (endo, dentro): horizontes subsuperficiales que se forman a continuación de los superficiales, se forman también debajo de la capa de hojarasca (piso forestal). Son considerados como horizonte B (Figura 3.13). En el departamento sobresalen los siguientes:

- **Argílico:** Tipo de horizonte subsuperficial formado por procesos de iluviación de arcilla, procedente de los horizontes superficiales (horizontes de eluviación).

- **Cámbico:** Es un horizonte de bajo grado de desarrollo, ya sea como producto de las alteraciones físicas o las transformaciones químicas del material parental.

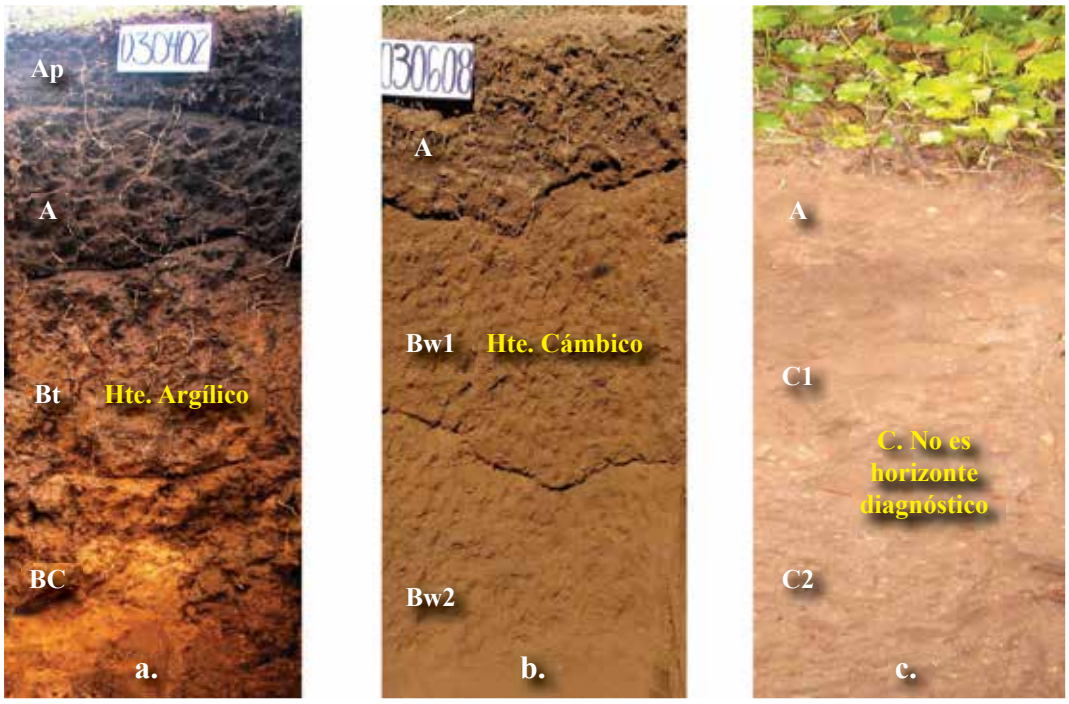


Figura 3.13 El suelo de la fotografía a). presenta un horizonte argílico (Bt, enriquecido con arcilla iluvial); en la fotografía b), un horizonte cámbico Bw (los colores pardos muestran su desarrollo genético) y en la c). una capa de materiales con desarrollo genético incipiente o sin endopedón (Fotos: G. Bonilla, 2009)

- Ninguno: El material parental no ha sido alterado significativamente por los procesos formadores (Ejemplo horizonte C).

3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS CLASIFICADOS

En el Cuadro 3.1 se presenta la clasificación de los suelos identificados en el departamento de Sacatepéquez hasta el nivel de Subgrupo. La Figura 3.14 presenta el mapa de suelos al nivel de Orden. Desde el numeral 3.3.4.1 hasta el 3.3.4.5 se realiza la descripción de los suelos, ordenados de mayor a menor de acuerdo al área que ocupan en el departamento.

Cuadro 3.1 Clasificación taxonómica hasta el nivel de Subgrupo de los suelos del departamento de Sacatepéquez

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Perfiles
Alfisol	Ustalfs	Haplustalfs	Vitrandic Haplustalfs	40614
			Typic Haplustalfs	30402
Andisol	Cryands	Vitricryands	Humic Vitricryands	31101
		Haplocryands	Thaptic Haplocryands	31102
	Vitrands	Ustivitrands	Humic Ustivitrands	31110, 30810, 31103, 31112
			Typic Ustivitrands	41113
	Ustands	Haplustands	Vitric Haplustands	41222, 31106, 41302, 31407
			Thaptic Haplustands	31117
			Humic Haplustands	30809, 31111, 30606, 30608, 41303, 30703
			Typic Haplustands	30904, 31105, 40624
	Udands	Hapludands	Typic Hapludands	31402
Entisol	Orthents	Cryorthents	Vitrandic Cryorthents	41101
		Ustorthents	Vitrandic Ustorthents	41107, 41102, 41112, 40704, 30607
			Typic Ustorthents	40205, 41604, 40203
		Udorthents	Vitrandic Udorthents	31412, 31403
Inceptisol	Aquepts	Endoaquepts	Fluventic Endoaquepts	31305
	Cryepts	Haplocryepts	Vitrandic Haplocryepts	41103
	Ustepts	Durustepts	Typic Durustepts	30304
		Humustepts	Andic Humustepts	31410, 31409, 31115, 30701, 31601, 31108,31408
			Vitrandic Humustepts	31304, 30309
			Typic Humustepts	30403, 30405, 30310
		Dystrustepts	Andic Dystrustepts	31007
			Typic Dystrustepts	40710, 30704
		Haplustepts	Andic Haplustepts	41306
			Fluventic Haplustepts	30401
			Dystric Haplustepts	41402
			Typic Haplustepts	40303, 41508
	Udepts	Humudepts	Andic Humudepts	31406
		Dystrudepts	Fluventic Dystrudepts	31405
Molisol	Ustolls	Haplustolls	Lithic Haplustolls	31116, 30102
			Andic Haplustolls	30806, 31301, 30807, 30303, 31104, 31113, 30406, 31006, 31107, 30901, 31303, 40104, 40103, 30808, 41401, 30502
			Vitrandic Haplustolls	31302, 31109, 31201, 31202, 30307, 31306, 30311, 41304, 30103, 30101
			Cumulic Haplustolls	30605, 30105, 31603
			Pachic Haplustolls	31114, 30302
			Fluventic Haplustolls	30404, 30407, 30305
			Typic Haplustolls	41305, 40903, 41602, 31203, 30408, 30306, 40102, 40101, 41301
	Udolls	Hapludolls	Andic Hapludolls	31401
			Vitrandic Hapludolls	31404

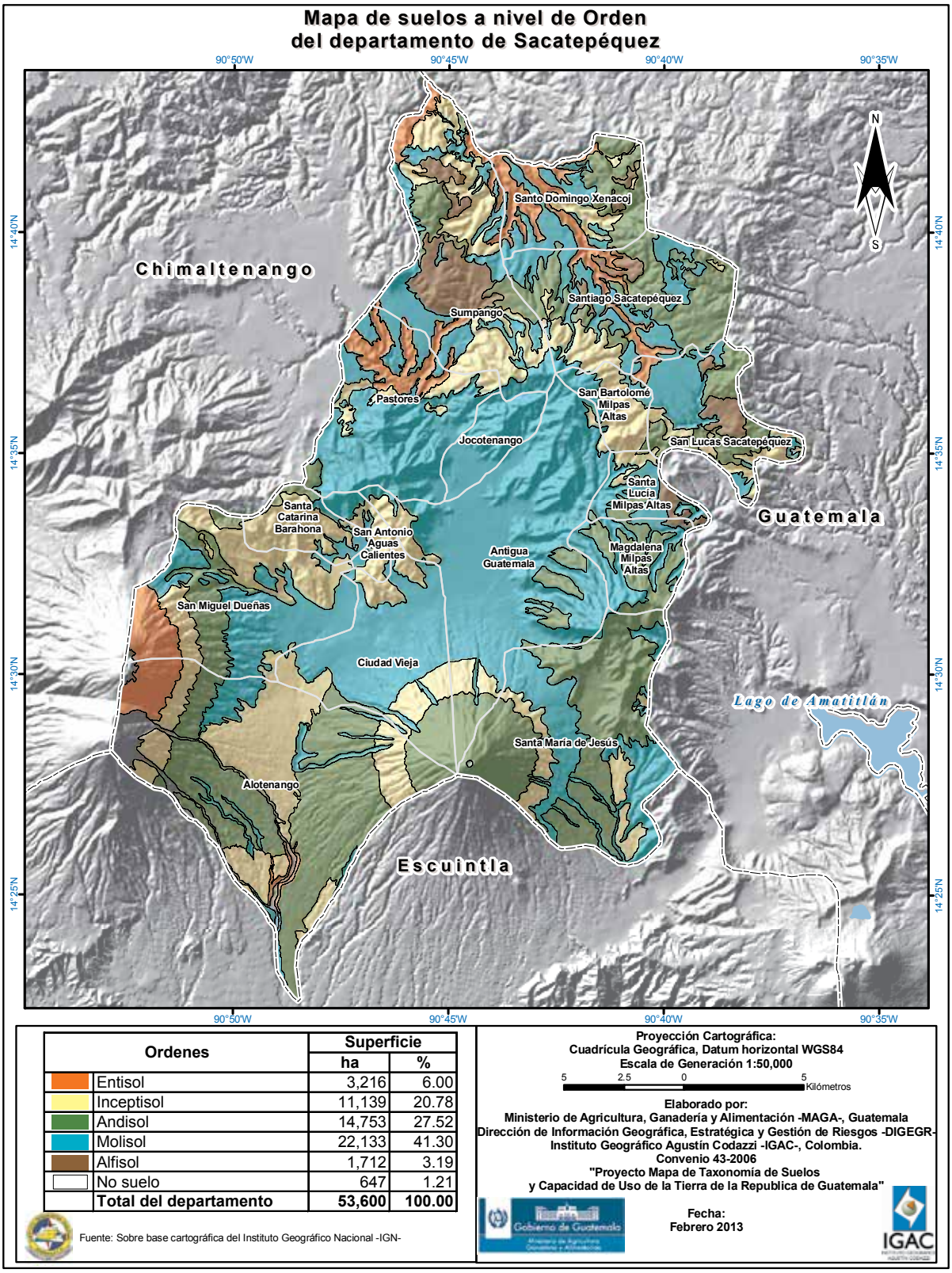


Figura 3.14 Mapa de distribución geográfica de los suelos a nivel de Orden del departamento de Sacatepéquez

3.4.1 Orden Molisol

- **Significado:** Suelos minerales con horizonte superficial Mólico: grueso, mullido o blando y oscuro, relativamente alto en materia orgánica y con abundantes bases en todo el perfil del suelo.
- **Derivación del nombre:** del latín "Mollis": blando.

Ocupan una extensión de 22,133 hectáreas equivalentes al 41.30% de la superficie total del departamento y a su vez, son los suelos más representativos por ocupar la mayor extensión. Estos se han identificado principalmente en los tipos de relieve de glacís, estrato-volcán, filas y vigas, lomas, mesa, vallecitos, cañones y cañadas, escarpe del paisaje de montaña; en tipos de relieve de terrazas del paisaje de altiplano y en tipos de relieve de abanicos del paisaje de piedemonte. Los principales Grandes Grupos y Subgrupos se presentan en el cuadro 3.1.

Las características más importantes de estos suelos en el departamento son las siguientes:

- **Morfológicas:** Los perfiles descritos presentan horizontes Ap-A2-C-Ab; Ap-Bw-C; Ap-B-R, A-B y A-C. Los horizontes A son de colores oscuros y espesos.
- **Químicas:** Altos contenidos de materia orgánica, alta capacidad de intercambio de cationes, saturación de bases mayor a 50% y fertilidad actual de media a alta; pH o reacción del suelo desde ligeramente ácidos a neutros, predominando éstos. Propiedades químicas generalmente adecuadas para el desarrollo radicular.
- **Bioquímicas:** Presentan altos contenidos de materiales orgánicos humificados, especialmente en suelos que permanecen con abundante vegetación, esto les imprime alta melanización (proceso de oscurecimiento de los suelos); constituyendo su proceso específico predominante.
- **Físicas:** Densidad aparente baja a media, baja a media retención de humedad, con predominio de texturas francas. Propiedades físicas generalmente adecuadas para el desarrollo radicular, excepto donde existe contacto lítico y donde predominan las texturas gruesas.
- **Minerales:** La fracción arcilla presenta dominio de materiales amorfos, son comunes la haloisita y feldespatos y presenta trazas de intergrados 2:1-2:2; la fracción arena contiene abundantes minerales primarios como feldespatos, además, en menor proporción se presenta: vidrio volcánico, hornblenda, hiperstena, diópsido, magnetita, hematita y fragmentos de toba.

3.4.2 Orden Andisol

- **Significado:** Suelos con complejos de adsorción entre coloides orgánicos y minerales o con complejos de aluminio y humus que cumplen con propiedades ándicas (densidad aparente, retención de fosfatos, aluminio y hierro activos, vidrio volcánico). Los casos en que aplica cada una de las propiedades indicadas y los valores respectivos se encuentran en el Soil Survey Staff (SSS, 2010).
- **Derivación del nombre:** del idioma Japonés "An": Oscuro. "Do": Suelo.

El orden Andisol ocupa 14,753 ha, que equivalen al 27.52% de la superficie del departamento, por lo que es el segundo Orden en cuanto al área que cubre. Los tipos de relieve donde se identificaron corresponden con estrato-volcán, filas y vigas, lomas, vallecitos, glacís, del paisaje de montaña y abanicos del paisaje de piedemonte.

Los suelos para ser Andisoles deben poseer propiedades ándicas a través de los horizontes, con espesores acumulados de 35 cm o más, dentro de los 60 cm a partir de la superficie mineral del suelo. Los principales Grandes Grupos y Subgrupos se presentan en el cuadro 3.1.



Las características más importantes de este orden son las siguientes:

- **Morfológicas:** Los perfiles presentan horizontes A-C; A-AC-C; A-C-Ab y A-Bw-C. El horizonte A es espeso, oscuro, los suelos son porosos, friables, no plásticos y no pegajosos.
- **Químicas:** Donde la vegetación ha sido conservada, los contenidos de materia orgánica son altos, formando complejos de adsorción orgánico – minerales; tienen alta capacidad de cambio, rangos variables de saturación de bases y variable retención de fosfatos. Los de bajo grado evolutivo presentan bajos contendidos de Al y Fe activos, estos se incrementan a medida que van evolucionando.
- **Bioquímicas:** Relaciones variables ácidos húmicos (AH) sobre ácidos fúlvicos (AF), acordes con el grado y tipo de evolución, generando complejos órgano – minerales resistentes a la mineralización biológica. El índice melánico es mayor a 1.7, lo que indica que el grado de polimerización de los compuestos húmicos es bajo.
- **Físicas:** Densidad aparente muy baja, baja retención de humedad, excepto en texturas medias, sensación untuosa, cerosa o grasosa al tacto y, en pocos casos, tixotropía (fenómeno que presentan algunas alófanas que hace que disminuya su viscosidad al agitarlas, pero que la recuperan al dejarlas en reposo), por esta razón se recomienda usar las texturas organolépticas o al tacto (Más información se presenta en el Anexo A, sección de "Métodos y Procedimientos").
- **Minerales:** En la fracción arcilla dominan los materiales amorfos y, en menor porcentaje, se encuentran feldespatos; en la fracción arena dominan los feldespatos y en menor proporción diópsido, magnetita, hiperstena, hematita, fragmentos de toba, granos alterados, hornblenda y vidrio volcánico.

3.4.3 Orden Inceptisol

- **Significado:** Suelos minerales de baja evolución pero con horizontes bien diferenciados (Ej. Úmbrico, Cámbico).
- **Derivación del nombre:** del latín "Inceptum": comienzo, incipiente.

Los Inceptisoles ocupan un total de 11,139 ha, lo que representa el 20.78% de la superficie del departamento. Constituye el tercer orden en importancia debido a su extensión. Se identificaron en tipos de relieve de filas y vigas, lomas, estrato-volcán, vallecito y glacís del paisaje de montaña y en abanicos del paisaje de piedemonte. Los principales Grandes Grupos y Subgrupos se presentan en el Cuadro 3.1.

Las características más importantes de estos suelos en el departamento son las siguientes:



- **Morfológicas:** Los perfiles presentan horizontes Ap-Bw-C; Ap-A2-Bw-C; Ap-Bw-Cm y Ap-B-Cr, epipedón oscuro, porosos, generalmente friables, ligeramente pegajosos y ligeramente plásticos. El horizonte B presenta bajo grado de desarrollo en su color y estructura, no presenta evidencias de iluviación; presencia de horizontes diagnóstico ócrico, úmbrico o cámbico.
- **Químicas:** Contenido variable de materia orgánica de acuerdo con la zona, presentan de media a alta capacidad de intercambio de cationes y saturación de bases, complejo de cambio saturado, especialmente en las zonas planas.
- **Bioquímicas:** Se inician procesos de formación de complejos órgano-minerales por la acumulación y transformación de la materia orgánica. No presentan procesos formadores específicos y solo responden a procesos generales.
- **Físicas:** Densidad aparente mayor a 1 gr/cc, excepto en los intergrados ándicos que varía entre 0.9 y 1.0 gr/cc; los suelos no tienen desarrollo de estructura, son de poco espesor puesto que carecen de endopedón u horizontes diagnósticos subsuperficiales.

- **Minerales:** En la fracción arcilla presenta materiales no cristalinos o amorfos, en menores proporciones feldespatos y haloisita; en la fracción arena dominan los feldespatos y en menores porcentajes se encuentra hornblenda, hiperstena, diópsido, magnetita, hematita, fragmentos de toba, granos alterados, lamprobolita, cuarzo y circón.

3.4.4 Orden Entisol

- **Significado:** Suelos muy jóvenes de incipiente evolución, generalmente sin un desarrollo de horizontes pedogenéticos.
- **Derivación del nombre:** de elemento formativo "ent": reciente.

El área que ocupan estos suelos es de 3,216 hectáreas, lo que corresponde al 6.00% de la extensión total del departamento. Son suelos muy jóvenes, desarrollados sobre materiales recientes o donde el depósito aluvial o la erosión limitan el desarrollo del perfil. Estos suelos se han identificado en tipos de relieve de: estrato-volcán, filas y vigas, glacís, cañones y cañadas, escarpe del paisaje de montaña, en terrazas del paisaje de altiplano y en abanicos del paisaje de piedemonte. Los principales Grandes Grupos y Subgrupos se presentan en el cuadro 3.1.

Las características más importantes son las siguientes:

- **Morfológicas:** Estos suelos por ser muy poco evolucionados, presentan un perfil con horizontes A-C; Ap-C-Ab y Ap-C-Ab-2C, un epipedón ócrico poco profundo sobre capas C, de color claro, con poco o ningún grado de desarrollo pedogenético.
- **Químicas:** En la mayoría de los casos, tienen bajo contenido en materia orgánica, pH de ligera a moderadamente ácido, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes baja a media, fertilidad natural media a alta.
- **Físicas:** Densidad aparente mayor a 1 gr/cc, excepto en los intergrados ándicos donde varía de 0.9 a 1.0 gr/cc, los suelos carecen de estructura, son de poco espesor, no presentan endopedón u horizontes diagnósticos subsuperficiales.
- **Minerales:** La fracción arcillosa está dominada por material cristalino o amorfo, bajos contenidos de feldespatos, haloisita y trazas de intergrados 2:1 y 2:2, en tanto que en la fracción arena dominan los feldespatos y, en menores porcentajes, se encuentran: diópsido, magnetita, hematita, vidrio volcánico, hornblenda, hiperstena, fragmentos de toba, granos alterados, biotita, lamprobolita, trazas de cuarzo y circón.

3.4.5 Orden Alfisol

- **Significado:** Suelos minerales con horizonte de iluviación de arcilla y alta saturación de bases en profundidad.

Los Alfisoles ocupan una superficie de 1,712 hectáreas, equivalente al 3.19% del área total del departamento. Se han desarrollado en clima semifrío húmedo y fueron identificados solamente en el tipo de relieve de lomas, en el paisaje de montaña. El Gran Grupo y Subgrupo se presentan en el cuadro 3.1.

Las características más importantes en el departamento son las siguientes:

- **Morfológicas:** El perfil presenta horizonte de tipo Ap-AB-Bt-BC. Se caracterizan por poseer epipedón úmbrico y endopedón argílico.
- **Químicas:** Presentan saturación de bases relativamente alta en profundidad, poca acidez, excepto

en algunos horizontes superficiales. Su evolución es moderada.

- **Físicas:** Alta densidad aparente, poca porosidad, alta retención de humedad, textura francosa fina, estructuras en bloques angulares y prismas que rompen en bloques angulares.
- **Minerales:** Presentan en la fracción arcilla materiales amorfos y trazas de feldespatos; en la fracción arena feldespatos, vidrio volcánico, hiperstena, diópsido, magnetita, hematita.
- Micromorfológicas: Los Alfisoles en su horizonte Bt han acumulado arcillas iluviales, lo que se evidencia por la formación de argilanes.

3.4.6 No suelos

Estas áreas equivalen a 647 hectáreas (1.21% de la superficie del departamento). Los materiales se encuentran expuestos en superficie, debido a condiciones naturales como la erosión, a procesos de remoción en masa, a caída permanente de piroclastos o a intervención antrópica. Estas zonas se identifican como tierras de ceniza (TC), depósitos de cauce (DC) y áreas misceláneas erosionadas (ME).

3.4.7 Síntesis de los "órdenes" presentes en el departamento de Sacatepéquez

En el departamento predominan los suelos del orden Molisol, seguido de Andisol, Inceptisol, Entisol y por último, el Alfisol; aunque la mayoría de ellos presentan intergradaciones ándicas debido a que han evolucionado a partir de materiales piroclásticos del Cuaternario, en especial del Holoceno y Pleistoceno; su diferenciación, en gran medida, está relacionada con la variación en el tamaño de las partículas, la composición química y la edad. En la Figura 3.15 se presentan gráficamente ejemplos de perfiles con las características morfológicas más sobresalientes de cada orden.

- **Molisol e Inceptisol:** se caracterizan por presentar epipedones oscuros, generalmente friables, con estructura granular en bloques subangulares finos, porosos, densidad aparente mayor a 1 gr/cc; alta capacidad de cambio y de saturación de bases, complejo de cambio saturado; algunos presentan porcentajes bajos en materiales amorfos, especialmente en los horizontes subsuperficiales (Figura 3.15 a y c).

- **Andisol:** suelen caracterizarse por presentar colores oscuros (complejos órgano - minerales formados entre los compuestos humíferos y los materiales amorfos); presentan bajas densidades aparentes, consistencia en húmedo friable o suelta, alta porosidad, alta infiltración, alta aireación, buena permeabilidad, alta retención de humedad. En los de mayor evolución se incrementa el contenido en alófanas y es mayor la retención de fosfatos y los contenidos de hierro y aluminio activos (Figura 3.15 b).

- **Entisol:** son los suelos con grado evolutivo más bajo, con poco o ningún desarrollado pedogenético. Presentan epipedón ócrico poco profundo y de color claro, con poca acumulación de materia orgánica (Figura 3.15 d).



- **Alfisol:** se han identificado en pequeñas áreas dispersas al norte del departamento, posiblemente las condiciones medioambientales presentes en la zona como el clima seco, moderada aireación, la evolución sobre materiales piroclásticos finos, le ha facilitado su formación, conservando aún rasgos de estos. Sin embargo se debe realizar más investigación para identificar con mayor claridad su proceso evolutivo (Figura 3.15 e).

La distribución espacial de estos suelos conforma su cartografía.

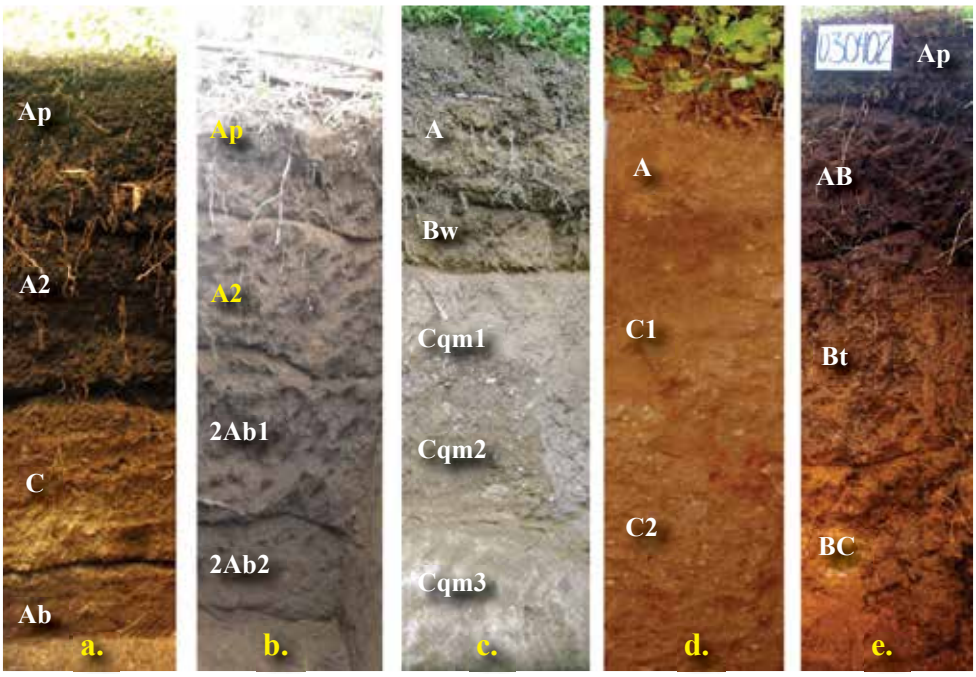


Figura 3.15 Se presenta un perfil de cada uno de los suelos representativos por Orden determinados para el departamento de Sacatepéquez a). Vitrandic Haplustolls, perfil 31302; b). Thaptic Haplustands, perfil 31117; c). Typic Durustepts, perfil 30304; d). Vitrandic Ustorthents, perfil 30607 y e). Vitrandic Haplustalfs, perfil 30402 (Fotos: Archivo UPGGR, 2009)

3.5 CARTOGRAFÍA DE SUELOS

La cartografía de suelos tiene por objetivo conocer su distribución en el espacio (Figura 3.16). Para llevarla a cabo debe "nombrarse" los suelos (su taxonomía) y establecer sus límites geográficos, ambos dependen de la escala (detalle) del estudio.

En el departamento de Sacatepéquez la escala seleccionada fue de 1:50,000 y mediante la separación por "formas" del terreno se establecieron "consociaciones" (unidades cartográficas ampliamente dominadas por un suelo). El levantamiento realizado cumplió los estándares (IGAC, 2007) para ser definido como semidetallado.

La distribución geográfica de los suelos del departamento se consigna en el mapa de suelos que acompaña este documento. Un ejemplo, a nivel de orden se presenta en la Figura 3.14. La metodología seguida para conformarlo se explica en el Anexo A, en la sección "Métodos y Procedimientos".

La cartografía de suelos básicamente se lleva a cabo con ayuda de los factores que forman los suelos. Las geoformas se van detallando a partir de los paisajes, siguiendo los tipos de relieve hasta llegar a las formas de la tierra. Posterior a la definición de los paisajes se incluye el clima ambiental dominante, de tal manera que se conozca la precipitación y la temperatura promedio; ello permite estimar, mediante balances hídricos o, en su defecto, mediante climadiagramas, las condiciones de humedad y temperatura de los suelos (el clima edáfico está representado por regímenes de humedad y temperatura), lo anterior debe llevarse a cabo dado que no existen mediciones en el suelo, especialmente para la humedad.

Las geoformas, con sus condiciones climáticas, conforman la delineación (unidad de mapeo o unidad

cartográfica) preliminar donde se estudian los suelos, se describen y clasifican. Lo anterior debe hacerse dado que lo visible del suelo es su superficie, más no su profundidad y, en consecuencia, hay que valerse de la relación geoforma - suelo con el fin de conocer su distribución en el espacio.

Lo anterior permite establecer el mapa preliminar o tentativo de suelos. El estudio de ellos en el campo, la definición de sus límites, la comprobación con ayuda de barreno o de cajuelas, el establecimiento de los perfiles representativos (llamados modales, por representar la mayor frecuencia u ocurrencia), la toma de muestras de los diferentes horizontes y capas, para su ulterior análisis en laboratorio, las pruebas realizadas en campo (por ejemplo: infiltración o conductividad hidráulica), contribuyen a perfeccionar el mapa preliminar y establecer el mapa final de suelos.

Con la información comentada se define la proporción de cada suelo al interior de la unidad cartografiada. Ello determina la superficie o área que representan los diferentes suelos. Este punto es crucial para nombrar la unidad, ya que de las diferentes relaciones entre las áreas que representan los suelos inventariados se define si se trata de **asociaciones** de suelos (por lo general dos suelos dominantes y otros en pequeña extensión, llamados inclusiones); **complejos** de suelos (no es posible de separar a escalas grandes:1:25,000); **grupos indiferenciados** de suelos (los suelos se nombran pero no se separan, dado que su uso principal no lo amerita) ó **consociaciones** de suelos (un suelo domina ampliamente a los demás). Las consociaciones son las unidades más frecuentes en el presente estudio.

En síntesis, el levantamiento realizado es de tipo semidetallado, escala 1:50,000, nivel taxonómico de familia y con unidades cartográficas, definidas por los reconocedores de suelos, como consociaciones y grupos indiferenciados de suelos.



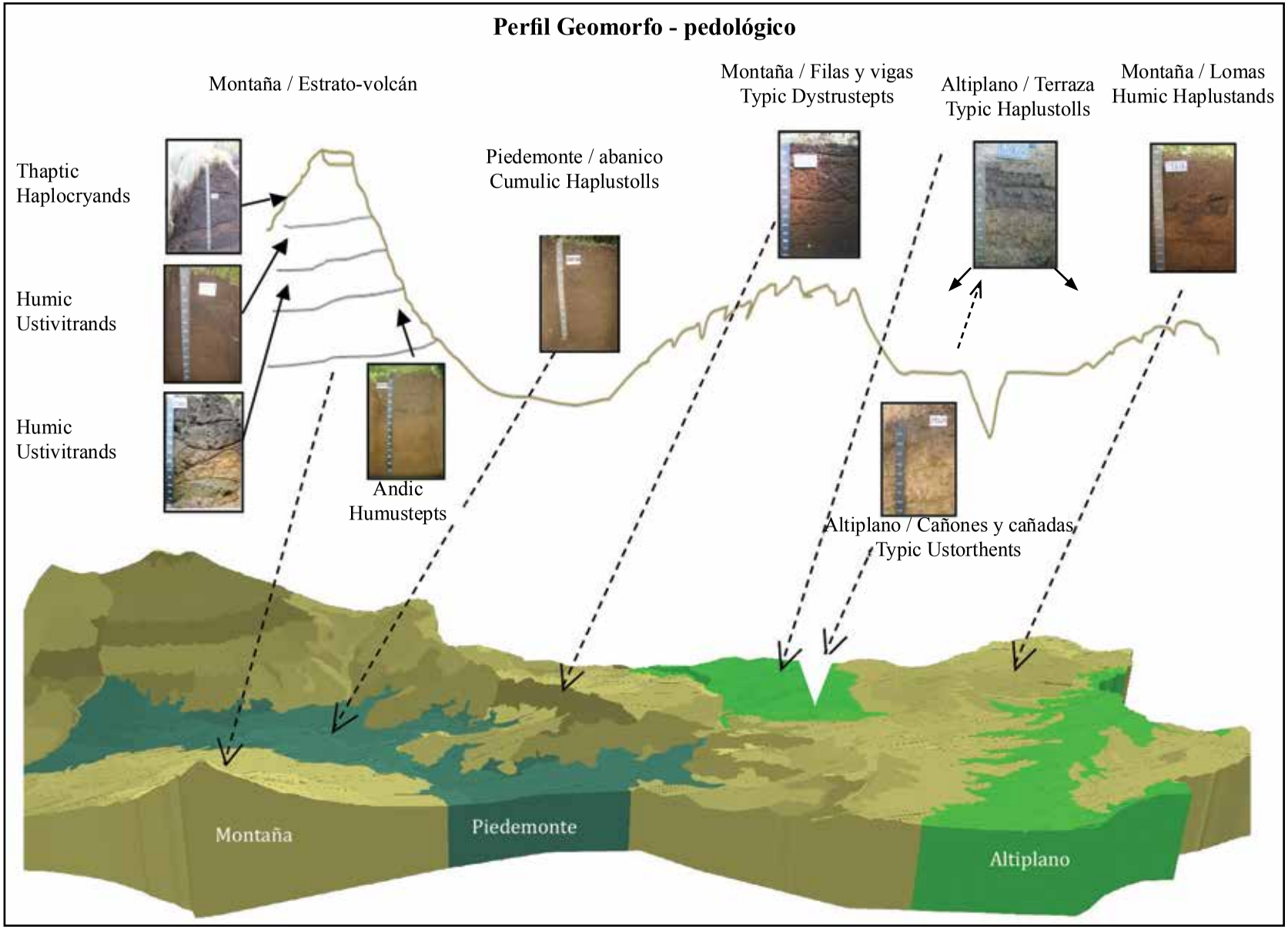


Figura 3.16 Transecto geomorfológico – pedológico con la distribución de los suelos más representativos del departamento, nombrados hasta la categoría de Subgrupo

3.6 BIBLIOGRAFÍA

BUOL, SW; HOLE, FD; McCRAKEN, RJ. 1988. Génesis y clasificación de suelos. Trillas, 3ra. Reimpresión, ME. 417 p.

CORTÉS, A; MALAGÓN, D. 1984. Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombiana de Impresos Ltda. Bogotá, CO. 360 p.

DORRONSORO, C. 2010. Introducción a la edafología. Consulta: http://edafologia.ugr.es/introeda s.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.

_____. 2007. Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Departamento de Antioquia. Subdirección de Agrología. Bogotá. 956 p.

_____. 2005. Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Departamento de Boyacá. Subdirección de Agrología. Bogotá. 459 p.

_____. 1995. Suelos de Colombia. Subdirección de Agrología. Bogotá. 632 p.

PROCAM – INDERENA. 1986. El Suelo: la piel de la tierra. Bogotá - Colombia. 17. P.

SOIL SURVEY STAFF. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 333p.

UN-FAO (United Nations, Feeding Agriculture Office). 1984. El Esquema para la Evaluación de Tierras. Consulta: http://edafologia.ugr.es/evaluacion/tema4/fao.htm



CAPÍTULO 4

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFÍCAS Y LEYENDA DE SUELOS





Capítulo 4: DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS

En este capítulo se presenta la descripción de las unidades presentes en el mapa de suelos del departamento de Sacatepéquez. En él se explica la leyenda que acompaña al mapa de suelos (síntesis del medio natural donde se presentan los suelos), éstos se describen, se presentan e interpretan los resultados de los análisis de laboratorio y por último, se dan las principales recomendaciones de manejo, estrechamente vinculadas con su capacidad de uso.

El listado de las Unidades Cartográficas de Suelos (UCS) y de sus componentes taxonómicos se presenta en el Cuadro 4.1 denominado "Leyenda de Suelos del Departamento de Sacatepéquez", la denominación de las columnas y el orden establecido en ellas, está directamente relacionado con los "factores formadores de suelos" y con su orden de importancia; de tal forma que las columnas indican en primer lugar, el "Paisaje y Ambiente Morfogenético" donde evoluciona el suelo; en segundo lugar el "Clima Ambiental"; posteriormente se indica el "Tipo de Relieve", la "Forma del Terreno" y el "Material Parental" donde se encuentra. Se completa la leyenda con las características y cualidades principales de los suelos, el nombre vernáculo de la UCS, sus componentes taxonómicos, el número de perfil, el porcentaje de cada componente taxonómico y el área que ocupa cada uno.

4.1 LEYENDA DE SUELOS. SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y SUS FASES

Las unidades cartográficas del mapa de suelos están formadas por tres letras mayúsculas. La primera letra indica el código de Paisaje y Ambiente Morfogenético; la segunda letra el código del tipo de Clima Ambiental según la clasificación climática de Thornthwaite (MAGA-UPGGR, 2009) y la tercera letra es el código que representa la clase de unidad cartográfica de suelo y la clasificación taxonómica del suelo dominante en ella. Se muestra un ejemplo:

PSA, el cual está codificado conforme se indica:
P: Código para el paisaje y ambiente morfogenético "piedemonte hidro-volcánico"
S: Código para la categoría de clima ambiental "semifrío húmedo"
A: Código correspondiente a la clase de UCS y a su contenido pedológico "consociación Thaptic Haplustands, familia medial, isotérmica"

A su vez la descripción de cada unidad cartográfica indica el nombre vernáculo que la define y que ha sido nombrado con base al paraje geográfico o a los topónimos del área cercana a la calicata donde se extrajo en primer lugar el perfil modal de la UCS.

Asimismo, la simbología se completa con el código de las "fases", que es una división funcional de una clase creada para suministrar información de interés para el uso y manejo de los suelos. Se representa con caracteres alfanuméricos: letras en minúsculas y números. Como ejemplo se presenta una fase de la unidad cartográfica indicada.

PSAb1, el cual está codificado conforme se indica:
P: Código para el paisaje y ambiente morfogenético "piedemonte hidro-volcánico"

S: Código para la categoría de clima ambiental "semifrío húmedo"

A: Código correspondiente a la clase de UCS y a su contenido pedológico "consociación Thaptic Haplustands, familia medial, isotérmica"

b: Código para indicar el porcentaje de una pendiente ligeramente inclinada: "3 al 7%"

1: Código para nombrar el grado de erosión: "ligero"

A continuación se presentan los códigos en letras y números empleados para conformar los símbolos de las UCS en el mapa de suelos y en la leyenda correspondiente:

Códigos de paisaje	**Códigos de clima**
M: Montaña volcano-erosional **A:** Altiplano hidro-volcánico **P:** Piedemonte hidro-volcánico	**Z:** Extremadamente frío húmedo **D:** Muy frío húmedo **J:** Frío húmedo **F:** Frio subhúmedo **S:** Semifrío húmedo **N:** Semifrío subhúmedo **B:** Templado húmedo **Q:** Templado subhúmedo **H:** Semicálido húmedo **C:** Letra utilizada para unidades que están en más de un tipo de clima ambiental.
Códigos de pendiente	**Códigos para fase por grado de erosión, pedregosidad (p), rocosidad (r), y encharcamiento (z)**
a (0-3%): Ligeramente plana **b** (3-7%): Ligeramente inclinada **c** (7-12%): Moderadamente inclinada **d** (12-25%): Fuertemente inclinada **e** (25-50%): Ligeramente escarpada **f** (50-75%): Moderadamente escarpada **g** (> 75%): Fuertemente escarpada	**1:** Erosión de grado ligero **2:** Erosión de grado moderado **3:** Erosión de grado severo **4:** Erosión de grado muy severo **p:** Pedregosidad **r:** Rocosidad **z:** Encharcamiento

***Nota:** el código correspondiente a la clase de UCS y a su contenido pedológico tiene un orden alfabético y deriva del ordenamiento de las UCS dentro del cuadro de leyenda, se repite cada vez que haya un cambio de clima.



Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	EXTREMADAMENTE FRÍO HÚMEDO (Z)	Estrato-volcán	Cono	Materiales	---	Tierras de Ceniza	TC	TC	405	---	---	
				Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje excesivo, de texturas gruesas, baja saturación de bases, muy baja capacidad de intercambio de cationes, reacción moderadamente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural baja, erosión severa, mediana pedregosidad superficial y pendiente moderadamente escarpada.	Consociación Volcán de Acatenango	MZA	MZAfp3	337	Entisol Vitrandic Cryorthents, familia esquelética - ceniza	41101	80
										Inceptisol Vitrandic Haplocryepts, familia esquelética - medial	41103	20
					Suelos muy profundos, con drenaje moderadamente excesivo, de texturas moderadamente gruesas, baja saturación de bases, de baja a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida, fuerte al NaF, fertilidad natural media, abundante pedregosidad superficial, erosión moderada y pendiente fuertemente escarpada.	Consociación Volcán de Agua	MZB	MZBgp2	186	Andisol Thaptic Haplocryands, familia medial	31102	80
										Andisol Humic Vitricryands, familia medial	31101	20



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	MUY FRÍO HÚMEDO (D)	Estrato-volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos moderadamente superficiales, con drenaje excesivo, de texturas moderadamente gruesas, baja saturación de bases, baja a media capacidad de intercambio de cationes, reacción fuertemente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural media, erosión moderada y pendiente moderadamente escarpada.	Consociación Faldas Volcán de Acatenango	MDA	MDAf2	611	Entisol Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - ceniza, isomésica	41102	90
					Suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a ligeramente ácida, moderada al NaF, fertilidad natural alta, abundante pedregosidad superficial y pendiente fuertemente escarpada.	Consociación Mal Paso	MDB	MDBgp	652	Andisol Humic Ustivitrands, familia medial, isomésica	31103	70
										Andisol Humic Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica	31111	30
				Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos moderadamente profundos, excesivamente drenados, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, media a alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a moderadamente ácida, ligera al NaF, fertilidad natural media, algunos suelos no presentan erosión, otros presentan erosión moderada, abundante pedregosidad superficial y pendientes moderadamente escarpadas.	Consociación Volcanes	MJA	MJAfp MJAfp2	763	Inceptisol Vitrandic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica	31304	90

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	FRÍO HÚMEDO (J)	Estrato-volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos moderadamente profundos, bien drenados, de texturas medias , alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligeramente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, algunos suelos no presentan erosión ligera, mediana pedregosidad superficial y pendientes que van desde ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas.	Consociación Camino Volcán de Agua	MJB	MJBep1 MJBfp MJBfp1	970	Andisol Humic Ustivitrands, familia medial sobre arcillosa, isomésica	31110	80
										Andisol Humic Ustivitrands, familia medial, isomésica	31112	20
			Glacis	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos profundos, bien drenados, de texturas gruesas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, moderada al NaF, fertilidad natural muy alta, erosión ligera y pendiente fuertemente inclinada.	Consociación Las Calderas	MJC	MJCd1	130	Molisol Vitrandic Haplustolls, familia esquelética - medial, isomésica	41304	90
										Molisol Vitrandic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica	31302	10
	FRÍO SUBHÚMEDO (F)	Filas y vigas	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas sobre finas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente alcalina a neutra, ligera al NaF, fertilidad natural alta, algunos suelos no presentan erosión, otros presentan erosión ligera a moderada y pendientes que van desde ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas.	Consociación Cerro Monterrico	MFA	MFAe1 MFAf MFAf1 MFAf2	630	Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isomésica	30806	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Estrato-volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, excesivamente drenados, texturas gruesas, media saturación de bases, de baja a media capacidad de intercambio de cationes, reacción moderadamente ácida a ligeramente ácida, fuerte al NaF, fertilidad natural media, algunos suelos no presentan erosión, otros presentan erosión ligera a moderada, poca pedregosidad superficial puntual y pendientes que van desde ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas.	Consociación Quisaché	MSA	MSAe MSAe1 MSAfp MSAfp1 MSAfp2	1011	Andisol Vitric Haplustands, familia esquelética - ceniza, isotérmica	41222	90
					Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, de alta a amedia saturación de bases, alta a amedia capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, ligera al NaF, fertilidad natural alta, algunos suelos no presentan erosión, otros presentan erosión ligera y pendientes que van desde ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas.	Consociación Chirosario	MSB	MSBe1 MSBf	1318	Inceptisol Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica	31410	80
										Inceptisol Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica	31409	20

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Estrato-volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias sobre finas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción moderadamente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación Santa María de Jesús	MSC	MSCd1 MSCe1	994	Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica	31113	70
										Inceptisol Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica	31115	20
										Molisol Pachic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	31114	10
				Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligeramente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera a moderada y pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación Tampico	MSD	MSDd1 MSDd2 MSDe1	148	Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica	31301	90
		Filas y vigas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas sobre finas, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes que van desde ligeramente escarpadas a fuertemente escarpadas.	Consociación La Libertad	MSE	MSEe1 MSEf1 MSEg1	4,745	Andisol Typic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	30904	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Filas y vigas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos muy superficiales, drenajes moderadamente excesivos, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, fertilidad natural media, erosión ligera, abundante pedregosidad superficial y pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas.	Consociación Cerro Agua de Las Minas	MSF	MSFfp1 MSFgl	145	Molisol Lithic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	31116	90
				Materiales piroclásticos no consolidados (Tefras, ceniza y pómez)	Suelos moderadamente superficiales, moderadamente drenados, texturas moderadamente finas, media saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida, fertilidad natural alta, erosión ligera, mediana pedregosidad superficial, puntual y pendientes que van desde ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas.	Consociación Santa Marta	MSG	MSGep1 MSGfl	820	Inceptisol Typic Humustepts, familia francosa fina, superactiva, isotérmica	30403	90
					Suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, baja saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a moderadamente ácida, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendiente ligeramente escarpada.	Consociación Miramar	MSH	MSHe1	28	Andisol Typic Haplustands, familia medial, isotérmica	40624	80
										Alfisol Typic Haplustalfs, familia medial, isotérmica.	40614	20

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Lomas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente profundos, moderadamente drenados, texturas medias, media saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fertilidad natural alta, erosión ligera a moderada y pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación Las Flores	MSI	MSId1 MSIe1 MSIe2	1,712	Alfisol Typic Haplustalfs, familia francosa fina, mezclada, superactiva, isotérmica	30402	80
										Inceptisol Typic Haplustepts, familia francosa fina, semiactiva, isotérmica	40303	20
					Suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida, ligera al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes que van desde fuertemente inclinadas hasta ligeramente escarpadas.	Consociación Magdalena	MSJ	MSJd1 MSJe1	621	Andisol Humic Ustivitrands, familia ceniza , isotérmica	30810	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Lomas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos superficiales, moderadamente drenados, texturas moderadamente finas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción moderadamente ácida a neutra, fertilidad natural alta, erosión ligera a moderada y pendientes que van desde moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación San José Yalú	MSK	MSKc1 MSKd1 MSKd2 MSKe1	682	Molisol Typic Haplustolls, familia francosa fina, semiactiva, isotérmica	30408	80
										Inceptisol Fluventic Haplustepts, familia francosa fina, semiactiva, isotérmica	30401	20
		Glacís	Plano inclinado	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas sobre finas, de baja a alta saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción de fuertemente ácida a neutra, ligera al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación Santa Lucía	MSL	MSLd1 MSLe1	421	Inceptisol Andic Dystrustepts, familia ceniza sobre arcillosa, amórfica, isotérmica	31007	80
										Entisol Vitrandic Ustorthents, familia medial, no ácida, isotérmica	41112	20
				Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos moderadamente drenados, texturas moderadamente finas sobre finas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, ligera al NaF, fertilidad natural media, erosión ligera y pendientes moderadamente inclinadas.	Consociación Finca San José Yalú	MSM	MSMc1	34	Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza, amórfica, isotérmica	30406	90

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Cañones y cañadas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción de neutra ligeramente ácida, ligeras al NaF, fertilidad natural alta, erosión severa y pendientes que van de fuertemente inclinada a fuertemente escarpada.	Grupo Indiferenciado Río San Joaquín	MSN	MSNd3 MSNe3 MSNg3	493	Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica	30808	60
										Inceptisol Typic Dystrustepts, familia francosa fina sobre francosa, activa, isotérmica	40710	40
		Vallecito	Plano aluvio-coluvial	Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales	Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, alta a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligeramente ácida a neutra, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes ligeramente inclinadas.	Consociación Valle Primavera	MSO	MSOb1	17	Molisol Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30404	90
					Suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, de media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción muy fuertemente ácida a neutra, moderada al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes que van de ligeramente inclinada a moderadamente inclinada.	Consociación Villa Innsbruck	MSP	MSPb1 MSPc1	112	Molisol Cumulic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica	30605	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO - SUBHÚMEDO (N)	Filas y vigas	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, bien drenados, texturas finas sobre gruesas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, ligera al NaF, fertilidad natural alta, algunos suelos no presentan erosión , otros presentan erosión ligera a moderada y pendientes que van de ligeramente escarpada a fuertemente escarpada.	Consociación Los Pinos	MNA	MNAe1 MNAf1 MNAf2 MNAg	2,813	Molisol Andic Haplustolls, familia medial sobre arenosa, isotérmica	30807	70
										Molisol Pachic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30302	30
					Suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, moderada al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera a moderada y pendientes de ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas.	Consociación El Rejón	MNB	MNBe1 MNBf1 MNBf2	2,085	Inceptisol Typic Dystrustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30704	80
										Andisol Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	30703	10
										Inceptisol Andic Humustepts, familia medial, isotérmica	30701	10
					Suelos profundos, drenaje excesivo, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción de fuertemente ácida a neutra, ligera al NaF, fertilidad natural media, erosión ligera y pendientes ligeramente escarpadas.	Consociación Xeparquiy	MNC	MNCe1	117	Andisol Humic Haplustands, familia medial, isotérmica	41303	80
										Entisol Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - medial, no ácida, isotérmica	41107	20
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, alta saturación de bases, de alta a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a ligeramente ácida, ligera al NaF, fertilidad natural alta, otros presentan erosión ligera a moderada y pendientes de ligeramente escarpada a fuertemente escarpada.	Consociación Jocotenango	MND	MNDe1 MNDe2 MNDf1 MNDf2 MNDg1	3,371	Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica	31006	90

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO - SUBHÚMEDO (N)	Lomas	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, baja a alta saturación de bases, alta a media capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes ligeramente escarpadas.	Consociación Parrojas	MNE	MNEe1	64	Inceptisol Dystric Haplustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmico.	41402	90
					Suelos profundos, bien drenados, texturas gruesas, baja a alta saturación de bases, alta a media capacidad de intercambio de cationes, reacción fuertemente ácida a ligeramente ácida, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes ligeramente escarpadas.	Consociación Chicasanga	MNF	MNFe1	45	Andisol Vitric Haplustands, familia medial, isotérmica	41302	90
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación Milpas Altas	MNG	MNGd1 MNGe1	557	Andisol Humic Haplustands, familia ceniza, isotérmica	30809	90
					Suelos profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas gruesas, alta a baja saturación de bases, media a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta. Erosión ligera a moderada y pendientes ligeramente escarpadas.	Consociación Parijuyú	MNH	MNHe1 MNHe2	478	Inceptisol Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isotérmica	31601	90
					Suelos superficiales, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligera a moderadamente alcalina, fertilidad natural alta, erosión ligera a moderada, abundante pedregosidad superficial puntual. Pendientes de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación El Tizate	MNI	MNId2 MNIe1 MNIep1	190	Inceptisol Typic Durustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30304	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO - SUBHÚMEDO (N)			Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta a media capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, fertilidad natural muy alta, erosión ligera a moderada y pendientes de moderadamente inclinada a ligeramente escarpada.	Consociación Buena Vista	MNJ	MNJc1 MNJd1 MNJd2 MNJe1	596	Molisol Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica	30303	90
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligeramente ácida a neutra, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendiente fuertemente escarpada.	Consociación San Luis	MNK	MNKg1	26	Molisol Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica	30307	90
		Vallecito	Plano aluvio-coluvial	Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales	Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina, ligera al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes ligeramente inclinadas.	Consociación Pastores	MNL	MNLb1	60	Molisol Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30305	90
	TEMPLADO - HÚMEDO (B)	Estrato-volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas sobre gruesas, baja saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción moderadamente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural media, algunas áreas presentan erosión ligera; mediana pedregosidad superficial puntual y pendientes de fuertemente inclinadas a moderadamente escarpadas.	Consociación Aguacatepeque	MBA	MBAd1 MBAdp1 MBAe1 MBAep1 MBAf	3,157	Andisol Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica	31407	90
					Suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas gruesas, alta saturación de bases, baja capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera, poca pedregosidad superficial, puntual y pendientes de fuertemente inclinadas a moderadamente escarpadas.	Consociación Tempisque	MBB	MBBd1 MBBe1 MBBf1 MBBfp1	1,024	Molisol Vitrandic Haplustolls, familia esquelética - ceniza, isotérmica	31306	90

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	TEMPLADO - HÚMEDO (B)	Estrato-volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias, media a baja saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta. Erosión ligera y pendientes que van de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación Los Encinos	MBC	MBCd1 MBCe1	829	Andisol Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética -medial, amórfica, isotérmica	31106	70
										Inceptisol Andic Humustepts, familia esquelética - ceniza, isotérmica	31108	20
										Andisol Typic Haplustands, familia medial, isotérmica	31105	10
					Suelos moderadamente superficiales, excesivamente drenados, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, alta a media capacidad de intercambio de cationes, reacción de neutra a ligeramente alcalina, ligera al NaF, fertilidad natural muy alta, erosión severa y pendientes moderadamente escarpadas.	Consociación Río Blanco	MBD	MBDf3	37	Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica	31303	90
				Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos moderadamente profundos, excesivamente drenados, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, alta a media capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligeramente ácida a neutra, ligeras al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes de ligeramente escarpada a moderadamente escarpada.	Consociación Chiatinival	MBE	MBEe1 MBEf1	507	Molisol Vitrandic Haplustolls, familia esquelética - ceniza, isotérmica	31109	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	**TEMPLADO - SUBHÚMEDO (Q)**	Estrato-volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, alta saturación de bases, media a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a ligeramente alcalina, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera, mediana pedregosidad superficial y pendientes fuertemente inclinadas.	Consociación San Juan del Obispo	MQA	MQAdp1	1,328	Molisol Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, amórfica, isotérmica	31201	90

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	**TEMPLADO - SUBHÚMEDO (Q)**	Filas y vigas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente superficiales, moderadamente drenados, texturas moderadamente gruesas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes media a alta, reacción ligeramente ácida a neutra, ligera al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera a moderada y pendientes de ligeramente escarpada a fuertemente escarpada.	Consociación Guachipilín	MQB	MQBe1 MQBe2 MQBf1 MQBg1	2,341	Inceptisol Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30405	90
				Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje excesivo, texturas moderadamente gruesas, alta a baja saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligera a moderadamente ácida, fertilidad natural media, erosión ligera y pendiente ligeramente escarpada.	Consociación Nueva Esperanza	MQC	MQCe1	134	Entisol Typic Ustorthents, familia francosa gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica	40205	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	TEMPLADO - SUBHÚMEDO (Q)	Filas y vigas	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas muy finas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácidaa neutra, ligeras al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes ligeramente escarpadas.	Consociación Ciénaga Grande	MQD	MQDe1	197	Molisol Typic Haplustolls, familia muy fina, mezclada, activa, isotérmica	40102	80
										Inceptisol Typic Haplustepts, familia fina, activa, isotérmica	41508	20
					Suelos profundos, con drenaje excesivo, texturas moderadamente gruesas, baja saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción de moderada a ligeramente ácida, fertilidad natural media, erosión ligera y pendiente moderadamente escarpada.	Consociación Tierra Blanca	MQE	MQEf1	78	Entisol Typic Ustorthents, familia francosa gruesa, mezclada, semiactiva, no ácida, isotérmica	40203	80
										Molisol Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica	40104	20

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	TEMPLADO - SUBHÚMEDO (Q)	Lomas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, bien drenados, texturas finas, alta saturación de bases y alta capacidad de intercambio de cationes, reacción fuertemente ácida a neutra, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera, pendientes de ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación Bola de Oro	MQF	MQFb1 MQFd1 MQFe1	294	Molisol Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica	40103	80
										Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza sobre medial, isotérmica	31107	20
				Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a ligeramente ácida, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes de ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación Río Itzapa	MQG	MQGb1 MQGc1 MQGd1 MQGe1	204	Molisol Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, activa, isotérmica	41305	90
	TEMPLADO SUBHÚMEDO A FRÍO (C)	Estrato-volcán	Cañones y cañadas	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje excesivo, texturas gruesas, alta a baja saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción moderadamente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural media, erosión severa, con pendientes fuertemente escarpadas.	Consociación El Tesoro	MCA	MCAg3	135	Andisol Typic Ustivitrands, familia esquelética - ceniza, isotérmica	41113	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	TEMPLADO SUBHÚMEDO A FRÍO HÚMEDO (C)	Estrato-volcán	Cañones y cañadas	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos superficiales, excesivamente drenados, texturas gruesas, alta saturación de bases, baja capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, ligera al NaF, fertilidad natural alta, erosión severa, abundante pedregosidad superficial en algunas áreas y pendiente moderadamente escarpada.	Grupo Indiferenciado Quebrada de La Virgen	MCB	MCBf3 MCBfp3	100	Molisol Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-ceniza, isotérmica	30101	50
										Molisol Lithic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30102	50
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos superficiales, bien drenados, texturas moderadamente finas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligeramente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión severa y pendientes de ligera a moderadamente escarpadas.	Consociación La Bolsa	MCC	MCCe3 MCCf3	625	Molisol Andic Haplustolls, familia esquelética - medial, isotérmica	31104	90

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMICÁLIDO - HÚMEDO (H)			Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta a baja saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera, poca pedregosidad superficial en algunas áreas y pendiente fuertemente inclinada.	Consociación La Carbonera	MHA	MHAd1 MHAdp1	497	Inceptisol Andic Humudepts, familia ceniza, isotérmica	31406	90
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas gruesas, alta saturación de bases, baja capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligeramente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, erosión severa, mediana pedregosidad superficial y pendientes de ligeramente escarpadas a fuertemente escarpadas.	Consociación Escarpes del Guacalate	MHB	MHBep3 MHBgp3	91	Entisol Vitrandic Udorthents, familia esquelética - ceniza, isotérmica	31412	90
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Lomas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente profundos, drenaje moderado, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, ligeras al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera a moderada y pendientes de moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas.	Consociación Santiago	ASA	ASAc1 ASAd1 ASAd2 ASAe1	907	Andisol Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	30606	90
										Molisol Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica	30901	10

Continúa...





Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
ALTIPLANO HIDROVOLCÁNICO (A)	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Terraza	Plano de terraza	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes, reacción fuertemente ácida a neutra, ligeras al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendientes de ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas.	Consociación Cerritos	ASB	ASBb1 ASBc1	1,697	Molisol Typic Haplustolls, familia fina, activa, isotérmica	40903	80
										Andisol Humic Haplustands, familia medial, isotérmica	30608	20
					Suelos moderadamente profundos, drenaje natural moderado, texturas moderadamente finas, alta saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, ligera al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendiente ligeramente inclinada.	Consociación Chuyá	ASC	ASCb1	492	Molisol Andic Haplustolls, familia medial, amórfica, isotérmica	30502	90
		Cañones y cañadas	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos superficiales, bien drenados, texturas medias sobre finas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, fertilidad natural alta, erosión severa y pendiente moderadamente escarpada.	Grupo Indiferenciado Río Xaltayá	ASD	ASDf3	1,204	Entisol Vitrandic Ustorthents, familia medial, amórfica, no ácida, isotérmica	30607	60
										Entisol Vitrandic Ustorthents, familia medial, no ácida, isotérmica	40704	40

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
ALTIPLANO HIDROVOLCÁNICO (A)		Lomas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente superficiales, drenaje moderado, texturas medias, alta saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendiente ligeramente escarpada.	Consociación San Lorenzo	ANA	ANAe1	75	Molisol Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica	30306	90
		Terraza	Plano de terraza	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción de moderada a ligeramente ácida, ligera al NaF, fertilidad natural media, erosión ligera y pendientes de ligeramente planas a ligeramente inclinadas.	Consociación El Tejar	ANB	ANBa1 ANBb1	730	Molisol Typic Haplustolls, familia francosa fina, mezclada, activa, isotérmica	41602	80
										Molisol Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30407	20
		Terraza	Plano de terraza	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, media a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, ligera al NaF, fertilidad natural media, erosión ligera y pendiente ligeramente plana.	Consociación Parramos	ANC	ANCa1	153	Molisol Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica	40101	70
										Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica	41401	10
										Inceptisol Andic Haplustepts, familia ceniza, isotérmica	41306	10
										Molisol Typic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica	41301	10

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
ALTIPLANO HIDRO-VOLCÁNICO (A)	SEMIFRÍO - SUBHÚMEDO (N)			Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos superficiales, drenaje excesivo, texturas medias, alta saturación de bases, media a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fertilidad natural alta, erosión moderada y pendiente moderadamente escarpada.	Consociación Casa Blanca	AND	ANDf2	43	Inceptisol Typic Humustepts, familia francosa gruesa, semiactiva, isotérmica	30310	90
		Cañones y cañadas	Ladera	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente superficiales, con drenaje excesivo, texturas moderadamente finas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida, fertilidad natural alta, erosión moderada y pendientes moderadamente escarpadas.	Grupo Indiferenciado Los Aposentos	ANE	ANEf2	761	Entisol Typic Ustorthents, familia francosa fina, semiactiva, no ácida, isotérmica	41604	50
										Molisol Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica	30311	50
				Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales	Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, alta a media saturación de bases, media a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente alcalina a neutra, ligera al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera y pendiente ligeramente inclinada.	Consociación Río San Luis	ANF	ANFb1	37	Inceptisol Vitrandic Humustepts, familia ceniza, amórfica, isotérmica	30309	90

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
PIEDEMONTE HIDRO - VOLCÁNICO (P)				Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)	Suelos profundos, drenaje moderado, texturas medias, alta a media saturación de bases, alta a media capacidad de intercambio de cationes, reacción moderadamente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural muy alta, erosión ligera y pendiente ligeramente inclinada.	Consociación Sabana Grande	PSA	PSAb1	265	Andisol Thaptic Haplustands, familia medial, isotérmica	31117	90
				Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)	Suelos superficiales, bien drenados, texturas gruesas sobre medias, media a baja saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, moderada al NaF, fertilidad natural media, erosión ligera a moderada, mediana pedregosidad superficial y pendientes de ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas.	Consociación Alotenango	PBA	PBAb1 PBAbp1 PBAc1 PBAc2 PBAcp1 PBAdp1 PBAdp2	2,007	Inceptisol Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética-francosa, isotérmica	31408	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
PIEDEMONTE HIDRO-VOLCANICO (P)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Abanico	Cuerpo y talud de abanico	Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)	Suelos profundos, moderadamente drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a moderadamente alcalina, fertilidad natural alta, erosión ligera, pendientes de ligeramente planas a moderadamente inclinadas.	Consociación Antigua	PQA	PQAa1 PQAb1 PQAc1	3,389	Molisol Cumulic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30105	70
										Molisol Vitrandic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isotérmica	30103	20
										Molisol Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, isotérmica	31203	10
					Suelos muy superficiales, frecuentes encharcamientos pobremente drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a ligeramente alcalina, ligeras al NaF, fertilidad natural muy alta y pendiente ligeramente plana.	Consociación Venecia	PQB	PQBaz	75	Inceptisol Fluventic Endoaquepts, familia francosa fina, superactiva, isotérmica	31305	90

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
PIEDEMONTE HIDRO-VOLCANICO (P)	TEMPLADO SUBHÚMEDO (Q)	Abanico		Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)	Suelos moderadamente profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias sobre gruesas, alta saturación de bases, baja a media capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a ligeramente alcalina, ligera al NaF, fertilidad natural alta, erosión ligera a moderada, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo y pendientes de moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas.	Consociación Ciudad Vieja	PQC	PQCc1 PQCd1	702	Molisol Vitrandic Haplustolls, familia esquelética - ceniza sobre pomácea, isotérmica	31202	90
				Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas gruesas, media a alta saturación de bases, alta a media capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, ligera al NaF, fertilidad natural muy alta, erosión ligera y pendientes de ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas.	Consociación Santiago Zamora	PQD	PQDb1 PQDc1 PQDd1	261	Molisol Cumulic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica	31603	90

Continúa...



Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
PIEDEMONTE HIDRO-VOLCANICO (P)	SEMICÁLIDO - HÚMEDO (H)	Abanico	Cuerpo de abanico	Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lódo)	Suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias, alta a baja saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción moderadamente ácida a neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural muy alta, erosión ligera y pendientes de ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas.	Consociación Agua Blanca	PHA	PHAb1 PHAc1	528	Andisol Typic Hapludands, familia medial, amórfica, isotérmica	31402	80
										Inceptisol Fluventic Dystrudepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	31405	20
			Escarpe de abanico	Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras pómez y lódo)	Suelos moderadamente profundos, con drenaje moderadamente excesivo, texturas medias, alta saturación de bases, de media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural alta, algunos suelos presentan erosión ligera, otros erosión severa, poca pedregosidad superficial, abundantes fragmentos en el perfil y pendientes de fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas.	Grupo Indiferenciado Toledo	PHB	PHBdp1 PHBdp3 PHBfp3	55	Molisol Vitrandic Hapludolls, familia medial sobre fragmental, isotérmica	31404	60
										Entisol Vitrandic Udorthents, familia fragmental, isotérmica	31403	40

Continúa...

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas 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
		Vallecito	Plano aluvio - coluvial	Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales	Suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias sobre gruesas, alta saturación de bases, alta a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, fuerte al NaF, fertilidad natural muy alta, erosión ligera y pendientes moderadamente inclinadas.	Consociación Monte María	PHC	PHCc1	12	Molisol Andic Hapludolls, familia medial sobre esquelética - arenosa, isotérmica	31401	90
...	...	...	...	....	...	Canteras	CN	CN	19	No suelo	...	...
						Depósitos de Cauce	DC	DC	223			

Explicación de los símbolos	Letras Mayúsculas:	Primera Letra	Paisaje: M (Montaña volcano - erosional); A (Altiplano hidro - volcánico) y P (Piedemonte hidro - volcánico)
		Segunda Letra	Clima: H (Semicálido húmedo); Q (Templado subhúmedo); B (Templado húmedo); O (Templado muy húmedo); S (Semifrío húmedo); J (Frío húmedo); D (Muy frío húmedo); Z (Extremadamente frío húmedo) y C (Letra utilizada para unidades que están en más de un tipo de clima ambiental).
		Tercera Letra	Clase de unidad cartográfica y contenido Pedológico (taxonomía de suelos).
	Letras Minúsculas:	a, b, c, d, e, f, g	Grado de inclinación del terreno: a (0-3%), b (3-7%), c (7-12%), d (12-25%), e (25-50%), f (50-75%) y g (>75%).
		p:	Pedregosidad superficial
		z:	Encharcamientos
Observaciones	Los perfiles que inician por código 04 fueron tomados en el departamento de Chimaltenago y la taxonomía corresponde con la del Soil Survey Staff (SSS, 2006); los códigos que inician por 03 corresponden a Sacatepéquez y la taxonomía corresponde con la del Soil Survey Staff (SSS, 2010).		
	Las características de los suelos se interpretan desde el horizonte superficial hacia los subsuperficiales. El usuario puede interpretarlos hasta la profundidad que requiera según el uso agrícola.		



4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS

A continuación se describen las unidades cartográficas de suelos (UCS) y sus componentes taxonómicos derivados del levantamiento de suelos realizado. Con base en la escala cartográfica del estudio (1:50,000 o semidetalle), las UCS se han establecido como consociaciones y grupos indiferenciados a nivel de "familias". En las "consociaciones" el suelo predominante y los suelos similares a él, abarcan al menos el 75% del área de la unidad, la descripción se realiza para el suelo principal ó con mayor porcentaje de área; en los "grupos indiferenciados" la dominancia no llega a este porcentaje. Los otros suelos que conforman las UCS (inclusiones), son descritos someramente en el Anexo B.

Las UCS se han ordenado por paisajes empezando por "montaña" y por clima (del más frío al más cálido), tal y como se observa en la leyenda de suelos (Cuadro 4.1). La descripción de las unidades cartográficas y de sus componentes taxonómicos se realiza conforme el siguiente orden: inicialmente se identifican los lugares geográficos donde se encuentran las unidades, se identifica el centro poblado, las aldeas, caseríos, parajes, fincas, labores y finalmente se identifica el municipio. Se cuantifica el área de las UCS en hectáreas.

Posteriormente, se describe el medio biofísico referido a los siguientes aspectos: la denominación del clima predominante en la región donde se ubica la unidad que surge de la clasificación climática de Thornthwaite adaptada por la UPGGR del MAGA (2,009) y los rangos de temperatura media anual (denominado "jerarquía de temperatura"), los rangos de precipitación media anual (denominado "provincias de humedad") y los rangos de altitud. Asimismo, se identifican los valores medios de temperatura, precipitación y altitud sobre el nivel del mar de la unidad, dentro de los polígonos que componen las UCS.

A continuación en cada UCS se describe la Zona de Vida según el Sistema Holdridge (De La Cruz, 1,983) y se mencionan las especies indicadoras. Seguidamente se analiza el material parental que ha formado el suelo, se describe el paisaje y tipo de relieve. Se presentan fotografías tanto del perfil modal como del paisaje donde se encuentra.

Expresados estos elementos, se identifica la taxonomía del suelo dominante hasta nivel de "familia" debido a que el estudio se realiza a escala de semidetalle (1:50,000). Se identifican las fases que se encuentran en esa unidad cartográfica de suelos y se cuantifica su extensión en hectáreas.

Siguiendo con el ejemplo utilizado en el acápite anterior, la unidad cartográfica es la siguiente:

- ***Consociación Sabana Grande*** (nombre vernáculo).
- ***Andisol*** (orden del suelo dominante).
- ***Thaptic Haplustands*** (esta denominación incluye las siguientes características: Orden Andisol, Suborden Ustands; Gran grupo Haplustands; nombre del Subgrupo: Thaptic Haplustands).
- ***Familia medial, isotérmica*** (características específicas de este suelo que permiten caracterizarlo a mayor detalle).

Posteriormente se nombran las fases que posee este suelo, en la consociación del ejemplo hay una sola fase:

- PSAb1: fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y erosión ligera (265 ha)

A continuación se describe el perfil modal del suelo dominante, se presentan los cuadros de resultados de los análisis de laboratorio (físicos, químicos y mineralógicos) y de las pruebas de infiltración, si las hubiera; se expone la interpretación de los resultados y se concluye con las características principales, las recomendaciones generales de uso y manejo del suelo, posteriormente se agrega la clasificación por capacidad de uso de las tierras que conforman la UCS y se identifica la vocación y aptitud de cada fase.

4.2.1 Suelos del paisaje montaña volcano-erosional (M)

El 75% de la superficie del departamento de Sacatepéquez está ocupado por el paisaje "montaña volcano-erosional". Las elevaciones de la parte norte en los límites con los departamentos de Chimaltenango y Guatemala se inician aproximadamente a los 1,500 msnm, luego el paisaje se eleva hacia el sur-occidente donde se encuentran el volcán de Acatenango con 3,827 msnm y el volcán de Fuego con 3,829 msnm; hacia el suroriente se encuentra el volcán de Agua con 3,757 msnm. En la parte norte y noroccidente del departamento colinda con el paisaje altiplano hidro-volcánico y alrededor de los volcanes, regiones centro y sur, colinda con el paisaje piedemonte entre los conos volcánicos.

Presenta 9 climas, los cuales fueron caracterizados en el estudio climático citado (UPGGR-MAGA, 2,009):

- **Extremadamente frío húmedo** (código Z): < 8 °C de temperatura media anual, de 1,001 a 2,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud mayor a 3,300 msnm.
- **Muy frío húmedo** (código D): de 8 a 10 °C de temperatura media anual y de 1,001 a 2,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud entre 2,700 a 3,300 msnm.
- **Frío húmedo** (código J): de 10.0 a 14.2 °C de temperatura media anual, de 1,001 a 2,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud entre 2,300 a 2,700 msnm.
- **Frío subhúmedo** (código F): de 10.0 a 14.2 °C de temperatura media anual y de 601 a 1,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud entre 2,300 a 2,700 msnm.
- **Semifrío húmedo** (código S): de 14.3 a 17 °C de temperatura media anual y de 1,001 a 2,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud entre 1,800 a 2,300 msnm.
- **Semifrío subhúmedo** (código N): de 14.3 a 17.0 °C de temperatura media anual y de 601 a 1,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud entre 1,800 a 2,300 msnm.
- **Templado húmedo** (código B): de 17.1 a 20.7 °C de temperatura media anual y de 1,001 a 2,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud entre 1,000 a 1,800 msnm. Holgura en precipitaciones: limite inferior 100 mm, límite superior 300 mm anuales.
- **Templado subhúmedo** (código Q): de 17.1 a 20.7 °C de temperatura media anual y de 601 a 1,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud entre 1,000 a 1,800 msnm. Holgura en precipitaciones: limite inferior 200 mm, límite superior 300 mm anuales.
- **Semicálido húmedo** (código H): de 20.8 a 24.3 °C de temperatura media anual y de 2,001 a 4,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud entre 600 a 1,000 msnm.



Los relieves de este paisaje han sido modelados por los procesos de escurrimiento volcano-erosional y erosión geológica; con constantes aportes de materiales piroclásticos heterogéneos como ceniza volcánica, lapilli y bombas, provenientes de las erupciones volcánicas. El Volcán de Fuego, uno de los más activos del país, permanece en constante actividad arrojando materiales piroclásticos por lo que la zona tiene influencia de los aportes hechos por esta estructura, lo cual se refleja en los suelos poco evolucionados y con abundante vidrio volcánico.

Los principales materiales parentales identificados son materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez); depósitos superficiales clásticos gravigénicos ó materiales depositados por gravedad;

depósitos superficiales clásticos aluvio–coluviales, depósitos piroclásticos consolidados (tobas). Las características de los suelos dependen en gran parte de la variedad de materiales de origen volcánico, con composición diferente, lo que se refleja en la clasificación taxonómica realizada.

Los principales tipos de relieve delineados en el paisaje de montaña son: estrato-volcán; filas y vigas; lomas; glacís; mesa, escarpe, cañones y cañadas, y vallecito. Las principales formas del terreno identificadas son: cono volcánico, ladera, plano escarpado, plano inclinado, plano de mesa, glacís y plano aluvio – coluvial, cañones y cañadas.

En las cimas de los conos volcánicos se observan tierras de cenizas (TC), seguidas por suelos de escaso desarrollo genético que, taxonómicamente, a nivel de orden se han identificado como Entisoles (ubicados generalmente en las cimas o en pendientes muy inclinadas; estos suelos son muy poco evolucionados). A medida que disminuye la altura en el paisaje, aparecen suelos de los órdenes Inceptisol (baja evolución genética); Andisol (baja a moderada evolución genética); Molisol (moderamente evolucionado) y Alfisol (evolucionado).

De acuerdo con los resultados de las propiedades químicas analizadas en los perfiles modales, se han encontrado las siguientes variaciones: **A. Capacidad de Intercambio de Cationes (CIC):** el 56.1% de los suelos del paisaje presenta altos valores en esta característica; el 37% presenta valores medios; el 4.5% presenta bajos valores; el 0.8% presenta muy bajos valores y el 1.6 % restante del área lo ocupa la categoría "no suelo". **B. Saturación de Bases (SB):** el 70.8 % de los suelos presenta altos valores en esta característica; el 12.3%, valores bajos; el 15.4 % presenta valores medios y el 1.6 % del área se ha calificado como "no suelo". **C. Carbono Orgánico (CO):** el 50.8% de los suelos presentan valores medios, el 36.8% presenta altos valores; valores bajos el 10.8 % y el 1.6% del área se ha calificado como "no suelo" **D. pH:** el 47.9% de los suelos presenta valores neutros de pH (valores entre 6.6 a 7.3); el 43.5% de los suelos presenta valores "ligeramente ácidos" (valores entre 6.1 a 6.5); el 3.3% de los suelos presenta valores "moderadamente ácidos" (valores entre 5.6 a 6); el 2.1 % presenta valores "ligeramente alcalinos" (valores entre 7.4 a 7.8); el 1.6% presenta valores "fuertemente ácidos" (valores entre 5.1 a 5.5) y el 1.6% del área ha sido calificado como "no suelo". **E. Fertilidad:** el 79.8 % de los suelos presentan valores altos de fertilidad; el 15.8 % de los suelos presenta valores medios; el 1.9 % presenta valores de fertilidad muy alta; el 0.8% presenta valores bajos y el 1.7% restante ha sido calificado como "no suelo".

Entre las propiedades físicas analizadas, estos suelos se caracterizan por: **Textura:** las texturas medias se presentan en un 80.5% de los suelos; las texturas gruesas en el 9.2 %; las texturas finas en el 8.7 % y el restante 1.6 % del área ha sido calificado como "no suelo". **Estructura:** la estructura predominante es "bloques subangulares" ya que se presenta en el 74.5% de los suelos; la estructura "granular" está presente en el 9.8%; en el 7.1% de los suelos se presenta la estructura "bloques angulares"; en el 4.4% de los suelos la estructura "migajosa"; el 2.6% se presenta "sin estructura" (como grano suelto) y el 1.6 % de la superficie ha sido calificado como "no suelo".



Con respecto a la **densidad aparente,** predomina la categoría "muy baja" ya que se presenta en el 89.9% de los suelos; el 7.2 % presenta baja densidad aparente; el 1.3 % de los suelos presenta valores medios y el 1.6% de la superficie restante ha sido calificada como "no suelo". **Profundidad efectiva:** el 53.9% de los suelos son profundos (más de 101 a 150 cm sin obstáculos para la penetración de las raíces); el 29.2% de los suelos son "moderadamente profundos" (de 76 a 100 cm); el 10.3% son moderadamente superficiales (de 51 a 75 cm); el 4.1% son superficiales (de 26 a 50 cm); el 0.5% son muy profundos (mayor a 150 cm) ; el 0.4% son muy superficiales (hasta los 25 cm) y el 1.6 % de la superficie ha sido calificada como "no suelo". **Drenaje natural:** el 73.2 % de los suelos son bien drenados; el 9.5 % tienen

drenaje excesivo; el 13.4 % tienen drenaje moderado; el 2.3% tienen drenaje moderadamente excesivo y el restante 1.6 % de la superficie ha sido calificada como "no suelo". **Pedregosidad superficial:** en general los suelos presentan poca pedregosidad superficial; **Consistencia en húmedo:** se presentan de ligeramente plásticos a ligeramente pegajosos.

Las pruebas de **infiltración,** considerada como una propiedad física hidrodinámica que se mide por la "entrada vertical del agua a través de los poros del suelo por unidad de tiempo", han sido realizadas en seis unidades del paisaje de montaña, fluctuando los valores entre entre moderada a rápida velocidad de infiltración. Este comportamiento, depende fundamentalmente del tamaño de las partículas del suelo y de su porosidad. Se observó que:

- La infiltración moderadamente rápida ha sido observada en el tipo de relieve "mesa" perfil 30406, fase MSMc1; en el tipo de relieve "vallecito" perfiles 30404 fase MSOb1 y en el perfil 30605, fases MSPb1 y MSPc1.
- La infiltración rápida: en el tipo de relieve de "lomas" en el perfil 30810, fases MSJd1 y MSJe1; en ladera de estrato-volcán, en el perfil 31106, fases MBCd1 y MBCe1 y en el tipo de relieve de "glacís" en el perfil 031007 y en las fases MSLd1 y MSLe1;

Se extrajeron muestras de suelo para caracterizar los minerales presentes en las siguientes unidades: MDB (tipo de relieve estrato-volcán, perfil 31111); MSI (tipo de relieve lomas, perfil 30402); MSL (tipo de relieve glacís, perfil 31007); MSM (tipo de relieve mesa, perfil 30406); MSP (tipo de relieve vallecito, perfil 30605); MBC (tipo de relieve estrato-volcán, perfil 31106) y MQA (tipo de relieve estrato-volcán, perfil 31201).

Para los suelos del paisaje montaña volcano-erosional, la interpretación de los resultados de los análisis mineralógicos en los diferentes tipos de relieve y materiales parentales, indica que el grado de alteración de las arenas es bajo por la dominancia de feldespatos; no obstante también se presentan diópsido, magnetita, fragmentos de toba, vidrio volcánico, hornblenda, hiperstena y trazas de granos alterados, hematita, lamprobolita, cuarzo, fitolitos, biotita y circón. Con respecto a la fracción arcilla, la dominancia de materiales amorfos, la presencia de haloisita, metahaloisita, feldespatos y trazas de intergrados 2:1 y 2:2 indican etapas iniciales en la formación de los suelos de este paisaje.

SINTESIS

Los suelos del paisaje montaña volcano-erosional presentan buena disponibilidad y una adecuada capacidad para absorber nutrientes, una adecuada proporción de arenas, limos y arcillas y un buen movimiento del agua en el suelo. El pH no es un factor que limite la productividad de las tierras, los valores limitantes de pH son muy escasos (1.6%).



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 arenas se relacionan con la fertilidad potencial del suelo y en el paisaje montaña volcano-erosional la fertilidad potencial es alta ya que las arenas presentan minerales que al desintegrarse heredan al suelo elementos importantes para la nutrición vegetal; los minerales presentes en la fracción arcilla indican el origen volcánico de los suelos y el grado moderado de evolución genética.

La estructura del suelo en bloques subangulares, la densidad aparente muy baja indica que los suelos son livianos, frágiles y requieren de un manejo adecuado de la labranza para no destruirlos. 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 perdida de productividad de los suelos.

La vegetación mejor conservada ha sido la del clima frío húmedo y extremadamente frío, que se presenta en las laderas de los conos volcánicos y de las zonas de mayores pendientes de este paisaje. A menor pendiente mayor intervención antrópica, por lo cual la vegetación natural ha sido reemplazada por cultivos y se ejerce una gran presión por los bosques para la extracción de madera y leña, especialmente, como fuente de energía calórica, tanto en las poblaciones pequeñas como en las grandes ciudades.

En los suelos del paisaje montaña volcano-erosional se cultivan plantas para el autoconsumo, la comercialización en el mercado local y para la exportación. Entre los principales productos agrícolas se destacan como cultivos de exportación: café y arveja china; como cultivos para el mercado local: durazno, aguacate, tomate, cebolla, macadamia, papa, zanahoria, brócoli y flores; para consumo y mercado local: fríjol y maíz.

4.2.1.1 Consociación Volcán de Acatenango (orden Entisol): Vitrandic Cryorthents, familia esquelética - ceniza; perfil modal (PM) 041101; símbolo MZA

Los suelos de la Consociación Volcán de Acatenango se encuentran sobre el volcán del mismo nombre, cercanos al poblado La Meseta en el municipio de San Miguel Dueñas. Abarca una extensión de 337 hectáreas. Esta consociación es compartida con el departamento de Chimaltenango, donde fue identificado y muestreado el suelo característico (ver MAGA-IGAC, 2010).

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arenosa Negro pH 6.3	00		
C1 Arenosa Negro pH 6.2	28		
C2 Franco arcillo arenosa Pardo muy oscuro pH 7.0	45		
2Ab Franco arcillo arenosa Negro pH 5.8	62		
2Bb Franco arenosa Pardo muy oscuro pH 5.9	76		
2C1 Arenosa franca Negro pH 6.3	88		
2C2 Arenosa franca Pardo muy oscuro pH 6.4	105 120x		

Figura 4.1 Perfil modal del suelo Vitrandic Cryorthents (041101) en paisaje de montaña volcano-erosional en el cual se observa bosque y pasto natural (Fotos: V. Chan, 2007)

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "extremadamente frío húmedo" (Código Z) que se caracteriza por presentar una temperatura media anual menor a 8.0 °C, un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales y una altitud mayor a 3,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 8.0 °C, precipitación media anual de 1,371 mm; se ubican en una altitud media de 3,430 msnm. Según la Figura 4.1 la cobertura vegetal son bosques y pastizales.

Los suelos de la consociación se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), en el paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve de estrato-volcán.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Vitrandic Cryorthents, familia esquelética - ceniza perfil modal (PM) 041101 con un 80%, (Figura 4.1) y Vitrandic Haplocryepts, familia esquelética - medial, perfil inclusión (PI) 041103 con un 20% de la superficie de la unidad.

La Consociación Volcán de Acatenango, presenta la siguiente fase:

- **MZAfp3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial y erosión severa (337 ha).

La inclusión de la consociación corresponde a los suelos Vitrandic Haplocryepts, familia esquelética-medial (PI 041103), se caracterizan por ser suelos excesivamente drenados, con erosión severa, pedregosidad mediana y suelos profundos, la vocación de estos suelos es conservación y protección de la biodiversidad. Su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

A). Descripción del perfil modal No 041101

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041101 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (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 Sacatepéquez por lo que aplican los resultados obtenidos.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Volcán de Acatenango
Símbolo		MZA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Cryorthents, familia esquelética – ceniza**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Acatenango
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cima del volcán de Acatenango
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 459562
		Latitud (Y): 1604471
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7884
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Cono



Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		3,780 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Extremadamente frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,346 mm.
	Temperatura promedio	8.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante un semestre con deficiencias en el segundo.
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isofrígido
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
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	105 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Conservación
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Baja retención de humedad, pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Pastos naturales
Describió		Víctor Hugo Chan Castellanos
Fecha de descripción		26-07-2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 28 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo y de laboratorio arenosa; abundante gravilla (60%), 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, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
28 – 45 cm C1	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo y de laboratorio arenosa; extremadamente abundante gravilla (75%), 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, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.$_2$, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
45 – 62 cm C2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; extremadamente abundante gravilla (90%), 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 gruesas, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite claro y plano..



62 – 76 cm 2Ab	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medios y gruesas, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
76 – 88 cm 2Bb	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura franco arenosa; abundante gravilla (60%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medios y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, muy finas y finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, reacción moderadamente ácida; límite gradual y plano.
88 – 105 cm 2C1	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo y de laboratorio arenosa franca; abundante gravilla (40%), 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, irregulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
105 – 120x cm 2C2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa franca; abundante gravilla (40%), 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, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041101:

Cuadro 4.2 Resultados de los análisis físicos del perfil 041101

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 – 28	1.45	1.86	13.21	9.02				3.30	6.99	15.05	22.04
28 – 45	1.13	1.55	12.34	10.27				4.51	4.55	22.55	27.10
45 – 62	0.76	1.80	11.29	7.57				5.59	19.04	38.74	57.78

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 28	5.72
28 – 45	5.76
45 – 62	1.98

Cuadro 4.3 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 041101

Profundidad	Granulometría %			Clase textu ral	Fragmentos gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 28	95.04	4.01	0.95	A	60	6.3	0.27	0.51				1.56		
28 – 45	88.85	3.60	7.55	A	75	6.2	0.42	0.79				4.05		
45 – 62	70.28	3.12	26.60	FArA	90	7.0	0.27	0.51				2.10		
62 – 76	59.65	17.77	22.58	FArA	10	5.8	6.95	13.21				1.33	4.59	Baja
76 – 88	72.32	12.10	15.58	FA	60	5.9	4.62	8.77				5.71		
88 – 105	80.98	8.90	10.12	AF	40	6.3	1.49	2.83				1.32		
105 – 120	84.33	7.32	8.35	AF	40	6.4	0.27	0.51				4.88		



Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 28	3.50	1.27	2.23	1.27	0.73	0.21	0.07	0.26		20.83	6.09	2.06	7.38	
28 – 45	4.50	1.28	3.22	1.28	0.49	0.32	0.06	0.41		10.98	7.07	1.28	9.16	
45 – 62	12.00	3.16	8.84	3.16	1.32	1.19	0.25	0.40		11.00	9.90	2.08	3.34	
62 – 76	8.50	3.01	5.49	3.01	1.23	1.19	0.19	0.40		14.47	13.98	2.22	4.69	
76 – 88	6.25	3.16	3.09	3.16	1.39	1.43	0.06	0.27		22.24	22.95	1.02	4.38	
88 – 105	4.50	0.80	3.70	0.80	0.30	0.26	0.03	0.22		6.56	5.68	0.56	4.99	
105 – 120	5.00	6.99		6.99	5.38	1.31	0.07	0.23		107.50	26.23	1.45	4.64	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 28	36.36	4.80	2.10	92.00	0.90
28 – 45	28.49	1.30	0.30	93.00	0.01
45 – 62	26.32	2.60	0.30	127.00	2.10
62 – 76	35.36	5.70	1.20	198.00	3.10
76 – 88	50.60	5.50	1.10	289.00	4.00
88 – 105	17.78	8.00	1.10	200.00	1.90
105 – 120	SAT	4.00	0.50	101.00	0.01

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

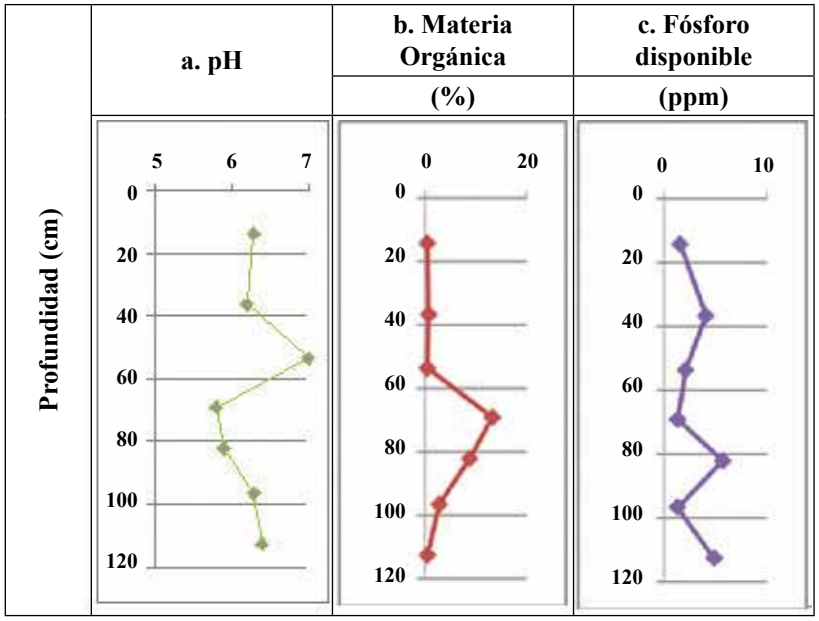


Figura 4.2. Características químicas en función de la profundidad: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 041101

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.1 los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A - C; donde se observa que el horizonte Ap es de color negro, textura arenosa, abundante gravilla (60%), sin estructura y consistencia suelta en húmedo. Los horizontes C1 y C2 presentan textura arenosa, con abundante gravilla (75%), de color negro y pardo muy oscuro, sin estructura. A los 62 cm de profundidad se

inicia otra secuencia de suelos identificándose tres horizontes enterrados del tipo A - B - C. Según el Cuadro 4.2, la porosidad total es baja en los primeros dos horizontes y alta en el tercero, dominando la microporosidad sobre la macroporosidad en todos los horizontes; la humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.3 y la Figura 4.2, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra; la capacidad de intercambio de cationes es muy baja; el contenido de materia orgánica es baja en los horizontes A y C, en los horizontes enterrados se incrementa con la profundidad (Figura 4.2); la saturación de bases es baja en los primeros horizontes y alta en los horizontes enterrados.

Con respecto a los cationes, el Calcio, el Magnesio y el Potasio presentan bajos valores; el contenido de Fósforo disponible es bajo. Respecto a los elementos menores, el Cobre tiene niveles medios y altos, el Hierro es alto, el Zinc y Manganeso presentan bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es baja.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Esta unidad cartográfica presenta suelos minerales de baja evolución genética, con abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo y ubicados en clima extremadamente frío húmedo.

Por estar ubicados en la ladera del volcán de Acatenango, sufren constantes depositaciones de materiales piroclásticos, por lo que presenta horizontes enterrados. El proceso de depositación continua es una limitante para su evolución genética. Otras limitantes son: pendientes pronunciadas, erosión severa, pedregosidad abundante dentro del perfil, clima extremadamente frío húmedo y deficientes precipitaciones durante un semestre del año, por lo que su vocación es de conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad. No es apto para actividades agropecuarias ni forestales de producción.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MZAfp3 pertenece a la clase VIII, subclase VIIIc y grupo de manejo VIIIc-1, por lo que son tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y protección de la biodiversidad.

Para conocer recomendaciones específicas, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.2 Consociación Volcán de Agua (orden Andisol): Thaptic Haplocryands, familia medial; perfil modal 031102; símbolo MZB

La Consociación Volcán de Agua se encuentra cercana al cráter del volcán del mismo nombre, entre los municipios de Santa María de Jesús, Ciudad Vieja y Antigua, Guatemala posee una extensión total de 186 hectáreas.

El clima de la región corresponde al tipo “extremadamente frío húmedo” (Código Z), según Thornthwaite (MAGA, 2009), caracterizado por presentar una temperatura media anual menor a 8.0 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y una altitud mayor a 3,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 8.0 °C, precipitación media anual de 1,354 mm, se ubican en una altitud media de 3,449 msnm. Como



se observa en las fotos de la Figura 4.3 el tipo de cobertura vegetal presenta arbustos dispersos y pastos naturales.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en un tipo de relieve de estrato-volcán.

La unidad está compuesta por el suelo modal Thaptic Haplocryands, familia medial (PM 031102), en un 80% (Figura 4.3), y suelos del tipo Humic Vitricryands, familia medial (PI 031101) en un 20% de la superficie de la unidad.

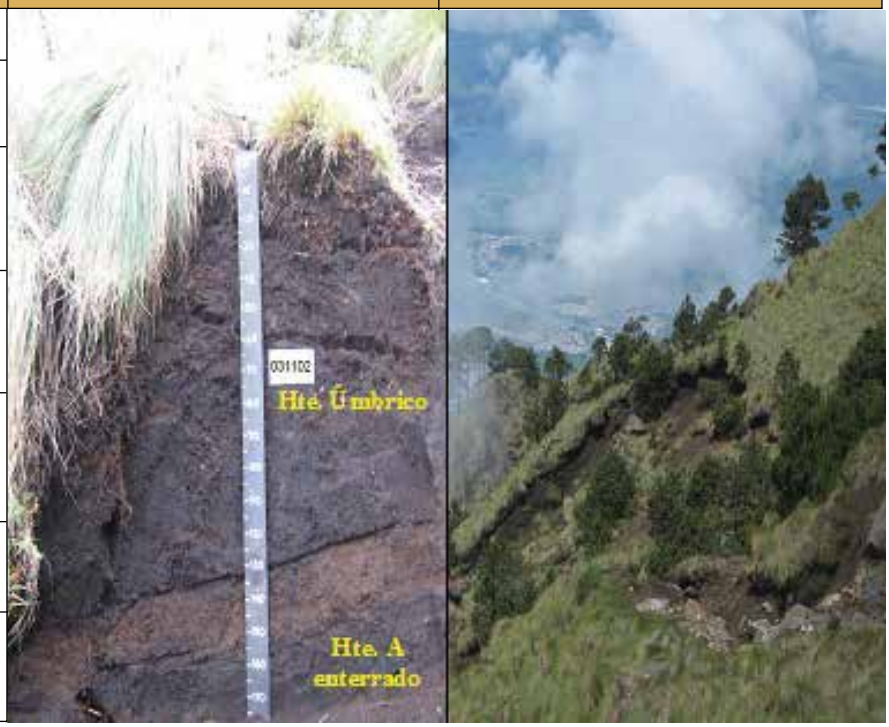
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arenosa Negro pH 6.3	00		
A2 Franco arenosa Negro pH 5.8	25		
A3 Franco arcillo arenosa Gris muy oscuro pH 6.2	60		
2C Arenosa Pardo grisáceo oscuro pH 6.5	130		
3Ab Franco arcillosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.4	155		
	180x		

Figura 4.3. Perfil modal del suelo Thaptic Haplocryands (031102) en paisaje de montaña volcano-erosional, la fotografía muestra las fuertes pendientes y arbolado disperso en el municipio de Santa María de Jesús; (Fotos: W. González, 2009)

La Consociación Volcán de Agua, presenta la siguiente fase:

- **MZBgp2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), pedregosidad superficial abundante y erosión moderada (186 ha).

La inclusión de la consociación corresponde a los suelos Humic Vitricryands, familia medial (PI 031101), caracterizados por ser profundos, excesivamente drenados, texturas medias y fertilidad química media, presentan erosión moderada, son suelos poco productivos, de vocación para la conservación y protección a la biodiversidad. Su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

A). Descripción del perfil modal No 031102

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031102:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Volcán de Agua
Símbolo		MZB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Thaptic Haplocryands, familia medial**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa María de Jesús
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Volcán de Agua
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 474078
		Latitud (Y):1600084
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7764
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Cono
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		3,416 msnm
Relieve	**Clase**	Fuertemente escarpado
	Rango de la pendiente	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Extremadamente frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,339 mm
	Temperatura promedio anual	8.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante un semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isofrígido
	Temperatura a 50 cm.	7.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderada
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy profunda
	Profundidad	180 cm.
	Limitante	Sin limitaciones



Uso	**Actual**	Conservación
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, temperaturas bajas, déficit de agua en época seca, abundante pedregosidad superficial, baja retención de humedad y erosión moderada
Vegetación natural		Pino, pajonales, pastos naturales
Describió		William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		04-08-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 25 cm A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura en gránulos, muy finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; muchos poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite gradual y ondulado.	
25 – 60 cm A2	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura en gránulos, muy finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite gradual y ondulado.	
60 – 130 cm A3	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; muchas 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 6.2, reacción ligeramente ácida; límite abrupto y ondulado.	
130 – 155 cm 2C	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (40%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite abrupto y ondulado.	
155 – 180x cm 3Ab	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 muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida.	

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del PM 031102

Cuadro 4.4 Resultados de los análisis físicos del perfil 031102

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %			
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Micro	Total
0-25	0.85	1.09	85.62	30.25				15.97	14.24	7.78		22.02
25-60	0.61	1.15	81.13	35.24				31.65	26.56	20.40		46.96

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	14.28
25-60	3.59

Cuadro 4.5 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031102

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	34.76	63.80	1.43	FL	FA		6.3	1.98	3.76				1.00	5.63	Media
25-60	25.74	69.18	5.08	FL	FA		5.8	5.79	11.01				1.00		
60-130	33.92	61.08	5.00	FL	FArA		6.2	4.66	8.85				5.03		
130-155	67.48	31.63	0.89	FA	A	40.00	6.5	0.42	0.79				0.04		
155-180	47.83	49.17	3.00	FA	FAr		6.4	4.51	8.56				0.98		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	7.00	1.61	5.39	1.61	0.91	0.54	0.01	0.15		13.04	7.68	0.07	2.21	
25-60	33.00	7.62	25.38	7.62	5.42	1.81	0.20	0.19		16.44	5.48	0.60	0.57	
60-130	16.50	3.82	12.68	3.82	2.29	1.26	0.01	0.27		13.85	7.63	0.03	1.64	
130-155	12.50	0.78	11.72	0.78	0.28	0.28	0.01	0.21		2.27	2.24	0.05	1.67	
155-180	32.50	9.46	23.04	9.46	7.25	1.84	0.10	0.28		22.30	5.65	0.29	0.86	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	23.01	0.50	0.84	15.80	0.50	59.1			2.07
25-60	23.09	1.14	3.22	36.10	2.40	62.9			2.16
60-130	23.15	1.14	2.54	30.00	1.40	84.1			
130-155	6.24	1.08	0.50	26.50	0.30				
155-180	29.10	0.92	1.62	31.40	0.70				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

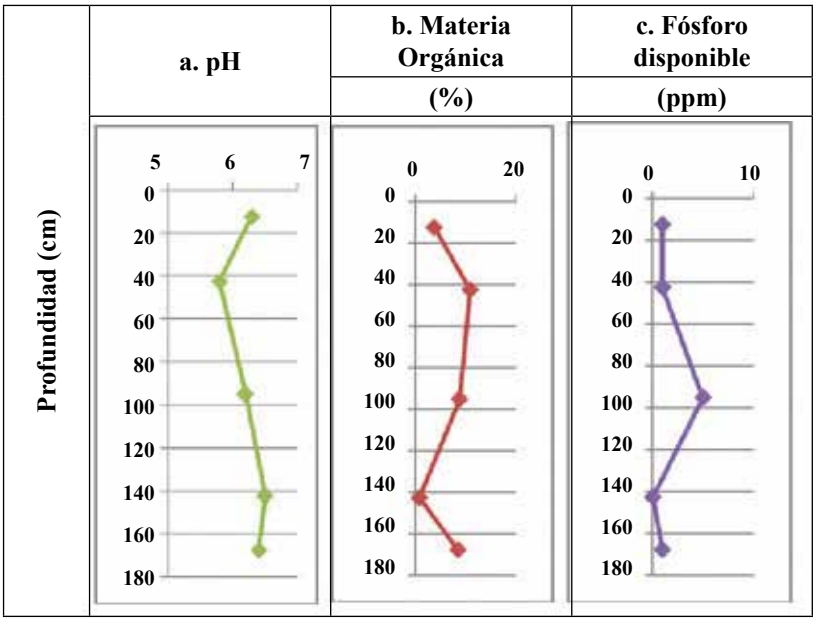


Figura 4.4. Características químicas en función de la profundidad: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031102

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.3 los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado ya que el horizonte A tiene una espesor de 130 cm. Asimismo, el horizonte A se divide en A1, A2 y A3, de color negro y gris muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en gránulos muy finos, débiles y bloques subangulares muy finos, finos y débiles, consistencia en húmedo muy friable. El cuarto horizonte es un 2C, de color pardo grisáceo oscuro, textura arenosa, presencia de gravilla, sin estructura (grano suelto). El siguiente horizonte es un 3Ab enterrado, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles, consistencia en húmedo muy friable.

De acuerdo con los resultados consignados en el Cuadro 4.4 la porosidad total es baja en el primer horizonte y alta en el segundo, domina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo.

Según el Cuadro 4.5 y la Figura 4.4, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida en el primer horizonte a moderadamente ácida en el segundo horizonte, manteniéndose ligeramente ácida para los horizontes subsuperficiales; la capacidad de intercambio de cationes es baja para el primer horizonte y media en los restantes, la saturación de bases es baja en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es baja en el primer horizonte y media en el segundo.

Con respecto a los cationes, el Calcio presenta bajos valores en el primer horizonte y aumenta en profundidad, el Magnesio es medio; el Potasio presenta bajos valores. El contenido de Fósforo disponible es bajo en todo el perfil del suelo, presenta moderada retención fosfórica. Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta altos valores; el Cobre, Zinc y Manganeso se encuentran en bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo



Suelos minerales de moderada evolución y con incipiente desarrollo de sus horizontes. Suelos muy profundos, según las texturas de campo se califican como moderadamente gruesas, baja saturación de bases y media capacidad de intercambio catiónico. Presentan un período seco mayor a 3 meses consecutivos en el año; con temperaturas en el suelo isofrígidas (menores o iguales a 8 °C).

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve, ya que se ubican en el cono de un estrato-volcán, por lo que sus pendientes son muy pronunciadas, erosión moderada, abundante pedregosidad superficial y clima extremadamente frío húmedo.

Este suelo posee pendientes fuertemente escarpadas (>75%), por lo que su vocación es la conservación de la cobertura boscosa y la protección de la biodiversidad. Debe mantenerse con cobertura boscosa permanente, es necesario propiciar la regeneración natural, así como revegetalizar con especies nativas; es necesario evitar la utilización del bosque, no realizar prácticas agrícolas y establecer programas para el control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MZBgp2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, por lo que son tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa y la protección de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de la fase, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.3 Consociación Faldas Volcán de Acatenango (orden Entisol): Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - ceniza, isomésica; perfil modal 041102; símbolo MDA

La consociación Faldas Volcán de Acatenango se encuentra en las partes medias del volcán de Acatenango en los municipios de Alotenango y San Miguel Dueñas del departamento de Sacatepéquez. Esta unidad fue descrita en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010). Cuenta con una extensión total de 611 hectáreas.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Negro pH 5.2	00		
A2 Arcillo limosa Negro pH 5.6	30		
C Arenosa franca Pardo muy oscuro pH 6.0	55		
Ab Franco arenosa Pardo muy oscuro pH 6.9	85		
2C Franco arenosa Pardo oscuro pH 6.1	100		
	125x		

Figura 4.5 Perfil modal del suelo Vitrandic Ustorthents (041102) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: S. García, 2007).

El clima de la región corresponde al tipo "muy frío húmedo" (Código D), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por poseer un rango de temperaturas medias anuales entre 8.0 a 10.0 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 2,700 a 3,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 10.6 °C, precipitación media anual de 1,340 mm, se ubican en una altitud media de 2,957 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: ciprés común *(Cupressus lusitanica),* canac *(Chiranthodendron pentadactylon),* pino blanco *(Pinus ayacahuite),* pino triste *(Pinus pseudostrobus),* ilamo *(Alnus jorullensis)* y encino (*Quercus* spp.). En la Figura 4.5 se aprecia el tipo de cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto (conífero y latifoliado).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional en un tipo de relieve de estrato-volcán.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - ceniza, isomésica (PM 041102), en un 90% del total del área, el 10% restante está ocupado por suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio. La consociación Faldas Volcán de Acatenango, presenta la siguiente fase:

- **MDAf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión moderada (611 ha).

A). Descripción del perfil modal No 041102

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041102 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (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 Sacatepéquez.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Faldas Volcán de Acatenango
Símbolo		MDA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - ceniza, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Acatenango
Geografía	**Aldea**	La Soledad
	Caserío, sector, sitio, finca	A orillas descanso al volcán de Acatenango, desde La Soledad, Estación No. 4
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 459615
		Latitud (Y): 1605962
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7884
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera



Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		3,020 msnm
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Muy frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,292 mm
	Temperatura promedio anual	10.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Muy rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	55 cm
	Limitante	Cambio textural abrupto
Uso	**Actual**	Forestería
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Baja retención de humedad, pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Ilamo, encino, cedrillo
Describió		Salvador García Benítez
Fecha de descripción		26-07-2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa franca; frecuente gravilla (35%), subredondeada, alteración mediana de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medios, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.2, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
30 – 55 cm A2	Color en húmedo negro (10YR2/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; frecuente cascajo (40%), angular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medios, irregulares, discontinuos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.6, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
55 – 85 cm C	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo y de laboratorio arenosa franca, mucha gravilla (75%), frecuente cascajo (25%), irregular y angular, alteración mediana y sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.



85 – 100 cm Ab	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa, frecuente cascajo (45%), angular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medios, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas y medias, vivas y de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y plano.
100 – 125x cm 2C	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa, extremadamente gravilla (80%), frecuente cascajo (20%), forma irregular y angular, alteración mediana y sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.1, reacción moderadamente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041102

Cuadro 4.6 Resultados de los análisis físicos del perfil 041102

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
0-30	1.05	1.79	15.04	13.26				5.18	4.89	36.45	41.34
30-55	0.95	1.98	38.21	31.38				21.65	9.30	42.72	52.02
55-85	0.95	1.83	16.14	11.36				6.91	14.24	33.85	48.09

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-30	8.08
30-55	9.73
55-85	4.45

Cuadro 4.7 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 041102

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	85.03	11.18	3.79	AF	35	5.2	1.18	2.24				21.71		
30-55	60.36	18.54	21.10	FArA	40	5.6	5.84	11.10				15.49		
55-85	84.47	5.59	9.94	AF	75	6.0	0.46	0.87				8.75	5.63	Media
85-100	74.22	11.60	14.18	FA	45	6.9	2.53	4.81				4.19		
100-125	68.64	11.43	19.93	FA	80	6.1	0.52	0.99				9.06		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-30	5.50	1.95	3.55	1.91	1.22	0.40	0.04	0.25	0.04	22.18	7.27	0.73	4.55	0.73
30-55	10.25	1.32	8.93	1.19	0.62	0.30	0.03	0.24	0.13	6.05	2.93	0.29	2.34	1.27
55-85	13.75	4.35	9.40	4.35	2.93	1.07	0.06	0.29		21.31	7.78	0.44	2.11	
85-100	17.75	1.94	15.81	1.94	1.09	0.47	0.09	0.29		6.14	2.65	0.51	1.63	
100-125	9.00	2.60	6.40	2.60	1.90	0.41	0.06	0.23		21.11	4.56	0.67	2.56	



Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-30	34.73	1.20	1.40	161.00	1.20	31.5			
30-55	11.61	2.30	4.20	205.00	1.00	48.9	1.30	0.79	

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

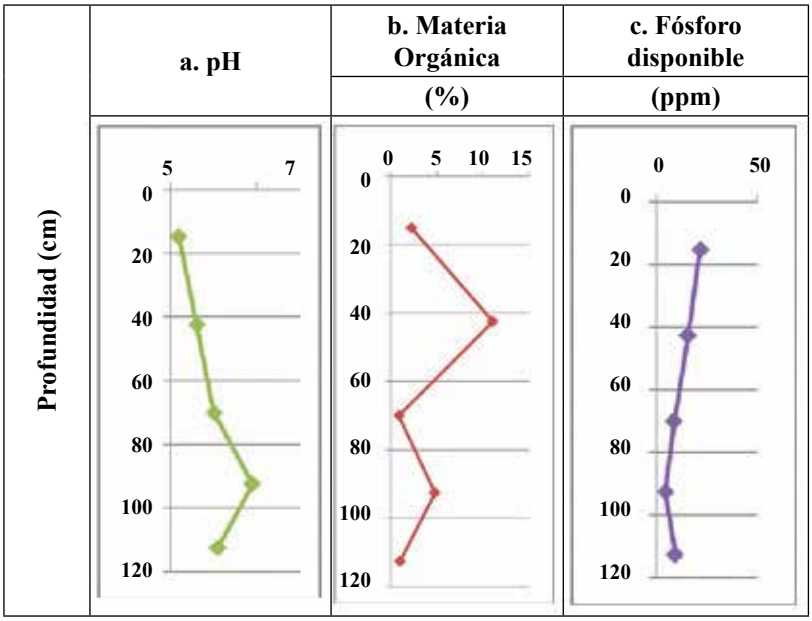


Figura 4.6. Características químicas en función a la profundidad: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 041102

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.5 y la descripción del perfil, los suelos son poco evolucionados del tipo A - C; donde se observa que el horizonte A es de color negro, textura franco arenosa y arcillo limosa, frecuente gravilla, estructura en bloques subangulares y sin estructura; consistencia en húmedo suelta y friable. El horizonte C es de textura arenosa franca, con abundante gravilla, color pardo muy oscuro, sin estructura; a los 82 cm se inicia otra secuencia de suelos identificándose por dos horizontes enterrados del tipo A - C. El Cuadro 4.6 muestra en sus datos que la porosidad total es alta, domina la microporosidad sobre la macroporosidad en todos los horizontes; la humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.7 y la Figura 4.6, la reacción del suelo varía de fuertemente ácida a neutra; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es baja en el primer y ultimo horizonte y media en el resto del perfil; la saturación de bases es baja; el contenido de materia orgánica es bajo a excepción del segundo horizonte que presenta un alto valor.

Con respecto a los cationes, el Calcio, el Magnesio y el Potasio presentan bajos valores. El Fósforo asimilable presenta altos valores en el primer horizonte y bajos valores en los restantes horizontes, presenta moderada retención fosfórica. Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta altos valores, el Cobre y el Zinc presentan valores bajos en el primer horizonte y medios en el segundo

horizonte; el Manganeso presenta bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales de baja evolución genética con abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo. Presenta horizontes enterrados debido a la constante deposición de materiales piroclásticos. Suelos desarrollados en clima edáfico isomésico, con temperaturas en el rango de 8 a 15 ºC de media anual. Las principales limitantes de este suelo son: pendientes predominantes moderadamente escarpadas (50 a 75%), erosión moderada, abundantes fragmentos de roca en el perfil; moderada retención fosfórica y deficientes precipitaciones durante un semestre del año, por lo que su vocación es forestal y es apta para la implementación de actividades forestales (bosques naturales bajo manejo y plantaciones forestales).

Se recomienda mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia y así evitar la erosión hídrica. El bosque debe ser utilizado por medio de planes de manejo. En el caso de plantaciones forestales deben establecerse bajo medidas de conservación de suelos, como mínimo deben plantarse en contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomienda construir terrazas individuales para cada planta. Se deben establecer planes de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de capacidad de uso de la tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MDAf2 pertenece a la clase VII, subclase VIIpc y grupo de manejo VIIpc-1 por lo que son tierras de vocación forestal.

Para conocer sus recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.4. Consociación Mal Paso (orden Andisol): Humic Ustivitrands, familia medial, isomésica; perfil modal 031103; símbolo MDB

La Consociación Mal Paso se encuentra por debajo del cono del volcán de Agua, abarca los municipios de Santa María de Jesús y Ciudad Vieja. Su extensión total es de 652 hectáreas.

El clima de la región corresponde al tipo “muy frío húmedo” (Código D), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por poseer un rango de temperaturas medias anuales entre 8.0 a 10.0 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 2,700 a 3,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 10.4 °C, precipitación media anual de 1,336 mm, se ubican en una altitud media de 2,940 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: ciprés común *(Cupressus lusitanica),* canac *(Chiranthodendron pentadactylon),* pino blanco *(Pinus ayacahuite),* pino triste *(Pinus pseudostrobus),* ilamo *(Alnus jorullensis)* y encino (*Quercus* spp.). En las fotos de la Figura 4.7, se observa que el tipo de cobertura vegetal es bosque mixto.



Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional en un tipo de relieve de estrato-volcán.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arenosa Negro pH 6.8	00		
AC Franco arcillo arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.8	43		
C Franco arcillo arenosa Pardo oscuro pH 6.5	75		
	130x		

Figura 4.7 Perfil modal del suelo Humic Ustivitrands (031103) en paisaje de montaña volcano-erosional, al fondo se observa el cono del Volcán de Agua (Fotos: W. González, 2009)

La unidad está compuesta por un suelo modal Humic Ustivitrands, familia medial, isomésica (PM 031103), en un 70% (Figura 4.7) y Humic Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica (PI 031111) en un 30% de la superficie de la unidad.

La Consociación Mal Paso, presenta la siguiente fase:

- **MDBgp:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), pedregosidad superficial abundante. Posee 652 ha.

La inclusión de la consociación corresponde a suelos del tipo Humic Haplustands, familia medial amórfica, isomésica (PI 031111), caracterizados por ser profundos, con buen drenaje natural, texturas medias y fertilidad alta. Por su posición en el relieve, su vocación es la conservación y protección de la biodiversidad. Su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

A). Descripción del perfil modal No 031103

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031103:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Mal Paso
Símbolo		MDB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Humic Ustivitrands, familia medial, isomésica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
Geografía	**Municipio**	Santa María de Jesús
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Volcán de agua
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 474865
		Latitud (Y):1600579
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7764
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		3,007 msnm
Relieve	**Clase**	Fuertemente escarpado
	Rango de la pendiente	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Muy frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,309 mm.
	Temperatura promedio anual	10 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante un semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	9.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Grado	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Pedregón
	Clase	Abundante
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**	Bosque natural
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca, abundante pedregosidad superficial
Vegetación natural		Pino, aliso, cola de diablo
Describió		William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		04-08-2009



PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 43 cm A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo y laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, muy finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos y gruesos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, ni al HCl ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite gradual e irregular.
43 – 75 cm AC	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, ni al HCl ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite gradual e irregular.
75 – 130x cm C	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031103

Cuadro 4.8 Resultados de los análisis físicos del perfil 031103

Profundidad	Densidades g/cc								Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-43	0.95	1.45	60.76	17.88				14.21	24.34	10.15	34.48
43-75	0.81	1.31	58.28	23.78				17.61	22.59	15.57	38.17

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-43	3.67
43-75	6.17

Cuadro 4.9 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031103

Profun-didad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-43	50.81	45.47	3.72	FA	FA	5.00	6.8	3.53	6.71				8.60		
43-75	50.26	48.53	1.21	FA	FArA	5.00	6.8	2.68	5.10				1.02	6.75	Alta
75-130	58.06	38.93	3.01	FA	FArA	5.00	6.5	2.16	4.11				1.00		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-43	18.50	12.78	5.72	12.78	10.50	2.03	0.07	0.17		56.78	10.99	0.39	0.91	
43-75	18.50	12.09	6.41	12.09	9.21	2.68	0.01	0.19		49.77	14.46	0.05	1.04	
75-130	21.50	9.02	12.48	9.02	6.85	1.94	0.01	0.22		31.85	9.03	0.04	1.02	



Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-43	69.07	1.04	4.56	42.60	0.50	20.9	0.79	1.00
43-75	65.33	1.74	3.42	109.00	1.30	35.60	1.40	1.50
75-130	41.94	3.14	2.80	39.40	1.80	22.8		

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.10 Resultados de análisis mineralógicos del perfil inclusión 031111 (304)

Especies minerales presentes en la fracción de arcilla	Profundidad (cm)		
	00-30	30-70	70-110
Material no cristalino	++++	++++	++++
Feldespatos	+	+	_
Metahaloisita	_	_	_
Haloisita	_	_	_
Especies minerales presentes en la fracción de arena	**Profundidad (cm)**		
	00-30	**30-70**	**70-110**
Feldespatos	57%	60%	63%
Vidrio volcánico	2%	2%	3%
Hornblenda	1%	_	_
Hiperstena	7%	2%	2%
Diópsido	13%	15%	14%
Magnetita	7%	8%	5%
Hematina	1%	3%	6%
Fragmento de toba	12%	9%	5%
Granos alterados	tr	1%	1%
Biotita	_	_	_
Lamprobolita	_	_	_
Fitolitos	_	_	_
Rutilo	_	_	_
Cuarzo	_	_	_

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	?



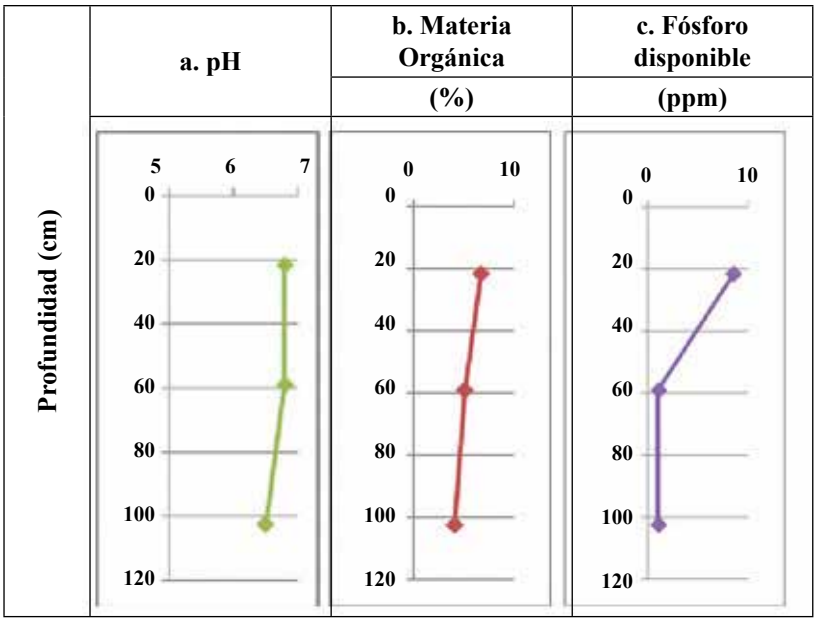


Figura 4.8 Características químicas en función de la profundidad: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031103

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.7 y su descripción morfológica, los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A – C; donde se aprecia un horizonte A espeso, posteriormente, un horizonte transicional hacia el material parental (C), de color negro y pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa y franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, muy finos, en gránulos, medios, débiles y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte C es de color pardo oscuro, textura franco arenosa, con gravilla, sin estructura. Como se observa en el Cuadro 4.8 la porosidad total es media en todo el perfil del suelo, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.9 y la Figura 4.8, la reacción del suelo varía de neutra en los primeros horizontes a ligeramente ácida en el último horizonte C; la capacidad de intercambio de cationes es media para el horizonte A y alta para el horizonte C; la saturación de bases es alta en el horizonte A y media en el horizonte C; el contenido de materia orgánica es medio en el horizonte A y baja en el horizonte C.

Con respecto a los cationes, el Calcio se encuentra en altos valores, el Magnesio presenta valores medios y el Potasio, presenta bajos valores. El contenido de Fósforo disponible es bajo, la retención fosfórica presenta valores moderados. Con referencia a los elementos menores, el Hierro presenta altos valores, el Zinc, valores medios, el Cobre y Manganeso presentan bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Los resultados del análisis mineralógico indican que en la fracción arcillosa los materiales no cristalinos se presentan en un alto porcentaje dominando sobre los feldespatos presentes; en la fracción arena los minerales dominantes son los feldespatos, también están presentes en menor porcentaje, la hiperstena, el diópsido, la magnetita y los fragmentos de toba (Cuadro 4.10).

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales poco evolucionados, derivados de ceniza volcánica, con abundante material no cristalino, presencia de vidrio volcánico, profundos, texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases y media capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica medio, con moderada absorción de fósforo. Presentan un período seco mayor a 3 meses consecutivos en el año; con temperatura del suelo isomésica (temperatura edáfica entre 8 y 15 °C).

Sus limitantes principales son: posición en el relieve ya que se ubican en ladera de estrato-volcán, con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), moderada retención fosfórica, abundante pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes mayores al 75%, posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa y de la biodiversidad. Se debe conservar la vegetación existente, propiciar la regeneración natural. Revegetalizar con especies nativas. 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

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MDBgp pertenece a la clase VIII, subclase VIIIp y grupo de manejo VIIIp-1, por lo que son tierras de vocación para la conservación de bosques y biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.5 Consociación Volcanes (orden Inceptisol): Vitrandic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica; perfil modal 031304; símbolo MJA

La consociación Volcanes se encuentra en la parte media del volcán de Acatenango en el municipio de San Miguel Dueñas, su extensión total es de 763 hectáreas.

El clima de la región es del tipo “frío húmedo” (Código J), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por poseer un rango de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 12.0 °C, precipitación media anual de 1,390 mm, se ubican en una altitud media de 2,553 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: ciprés común *(Cupressus lusitanica)*, canac *(Chiranthodendron pentadactylon)*, pino blanco *(Pinus ayacahuite)*, pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, ilamo *(Alnus jorullensis)* y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en las fotos de la Figura 4.9, el tipo de cobertura vegetal es bosque natural.



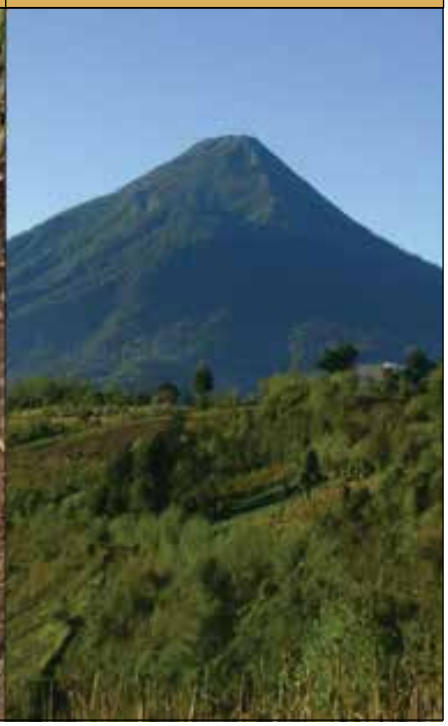
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arenosa Negro pH 6.7	00		
C Arenosa franca Negro pH 6.7	45		
Ab Arenosa franca Negro pH 6.0	90		
	120x		

Figura 4.9. Perfil modal del suelo Vitrandic Humustepts (031304) en paisaje de montaña volcano-erosional con cobertura vegetal de bosque natural (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos de la consociación se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en un tipo de relieve de estrato-volcán. La unidad cartográfica está compuesta por un suelo modal Vitrandic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética-francosa, isomésica (PM 031304), en un 90% del área; el 10% restante de la superficie posee suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio (1:50,000).

La Consociación Volcanes, presenta las siguientes fases:

- **MJAfp:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y pedregosidad superficial abundante (522 ha).
- **MJAfp2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), pedregosidad superficial abundante y erosión moderada (241 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031304

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031304:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Volcanes
Símbolo		MJA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Miguel Dueñas
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Las Nubes
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 462492
		Latitud (Y): 1604637
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7880
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		2,339 msnm
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpada
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,344 mm.
	Temperatura promedio anual	12 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	12.8 oC.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Grado	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Grava
	Clase	Abundante
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No evidente
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	90 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca > 60% por volumen
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, drenaje excesivo, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Ilamo, encino
Describió		César David García Sic, Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		28-09-2009



PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 45 cm A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo y laboratorio franco arenosa; frecuente grava (20%), poca gravilla (10%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en migajones, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, irregulares, continuos; muchas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, ni al HCl ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite difuso.
45 – 90 cm C	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franca; frecuente grava (30%), poca gravilla (15%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, gruesos, irregulares continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, ni al HCl ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite difuso.
90 – 120x cm Ab	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco limosa; abundante grava (40%), 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, irregulares continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031304

Cuadro 4.11 Resultados de los análisis físicos del perfil 031304

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
0-45	0.92	1.48	17.86	7.55				5.17	21.85	15.99	37.84
45-90	1.97	1.23	27.78	6.84				3.98	9.80	3.20	13.01

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-45	2.37
45-90	2.86

Cuadro 4.12 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031304

Profun-didad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-45	53.18	43.45	3.36	FA	FA	30.00	6.7	1.22	2.32				3.05	5.32	Media
45-90	44.60	47.47	7.93	F	AF	45.00	67	1.46	2.77				4.03		
90-120	37.97	55.46	6.57	FL	AF	60.00	6.0	3.50	6.65				8.51		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-45	14.44	5.24	9.20	5.24	3.81	1.25	0.07	0.11		26.39	8.66	0.48	0.76	
45-90	11.74	9.83	1.91	9.83	8.64	1.03	0.05	0.11		73.59	8.77	0.43	0.94	
90-120	14.44	11.05	3.39	11.05	7.59	3.15	0.20	0.11		52.56	21.81	1.39	0.76	



Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-45	36.29	8.85	3.20	2.32	10.85	15.20		
45-90	83.73	2.00	1.65	112.25	14.85	15.40	0.32	0.58
90-120	76.52	0.45	4.30	98.30	38.00			

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

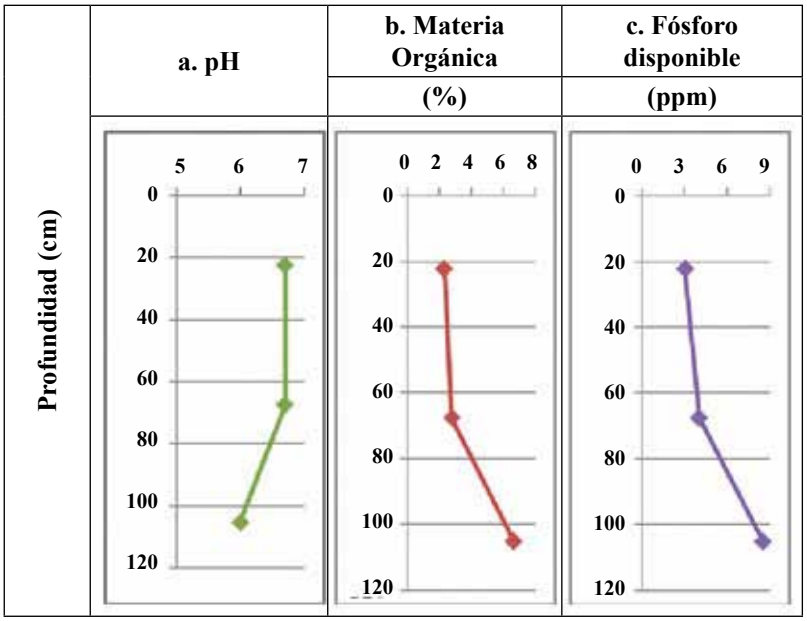


Figura 4.10 Características químicas según la profundidad: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031304

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.9 y la descripción morfológica, los suelos presentan un perfil de baja evolución del tipo A – C; donde se observa el horizonte A de color negro, textura franco arenosa, con presencia de gravilla, estructura en migajones, débiles y consistencia en húmedo muy friable. El segundo horizonte es C1, de color negro, textura arenosa franca, con gravilla, sin estructura. El último horizonte es un Ab enterrado de color negro, textura arenosa franca, con gravilla y sin estructura. Según el Cuadro 4.11 la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en el segundo, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad para el primer horizonte y en el segundo, ambas se mantienen en cantidades bajas. La humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.12 y la Figura 4.10, la reacción del suelo varía de neutra en los primeros dos horizontes a moderadamente ácida en el último horizonte; la capacidad de intercambio de cationes se mantiene media en todo el perfil, la saturación de bases es media en el primer horizonte A y alta en los horizontes C y Ab.

Respecto a los cationes, el Calcio se encuentra en cantidades medias en el primer horizonte y en altas cantidades en los horizontes subsuperficiales; el Magnesio y el Potasio se encuentran en cantidades bajas en los dos primeros horizontes. El contenido de Fósforo disponible es bajo y la retención fosfórica presenta bajos valores.

Con referencia a los elementos menores, el Manganeso se encuentra en altas cantidades en todo el perfil; el Hierro presenta bajos valores en el primer horizonte y altos en los demás; el Zinc se encuentra en cantidades medias en el horizonte A y bajo en el horizonte C; el Cobre presenta valores altos en el primer horizonte y reduce sus valores en profundidad. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales poco evolucionados y con incipiente desarrollo de sus horizontes, presentan déficit de agua por más de 90 días acumulativos al año. Presentan altos contenidos de materia orgánica en el epipedón (acumulación de humus), también presentan vidrio volcánico e intergradaciones ándicas; suelos moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, media a alta saturación de bases y media capacidad de intercambio catiónico; posee temperaturas edáficas isomésicas (entre 8 y 15 °C).

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve, ya que se ubican en laderas de estrato-volcán, por lo que sus pendientes son pronunciadas, abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil. Las fases de esta unidad de suelos poseen pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%), por lo que su vocación es forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo prácticas de manejo.

Es necesario mantener una cobertura vegetal para evitar que los agregados del suelo queden expuestos al impacto de la gota de lluvia y se provoque escorrentía. El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben mantener la cobertura o el sotobosque para evitar la erosión y deben plantarse al contorno del relieve o siguiendo las curvas de nivel. Es necesario establecer medidas de prevención contra incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MJAfp y MJAfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2, por lo que son tierras de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada fase, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.1.6 Consociación Camino Volcán de Agua (orden Andisol): Humic Ustivitrands, familia medial sobre arcillosa, isomésica; perfil modal 031110; símbolo MJB

La Consociación Camino Volcán de Agua se encuentra en las laderas bajas del volcán de Agua en los municipios de Santa María de Jesús, Ciudad Vieja, Alotenango y Antigua Guatemala, su extensión total es de 970 hectáreas.

El clima de la región corresponde al tipo "frío húmedo" (Código J), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por poseer un rango de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 11.8 oC, precipitación anual de 1,314 mm, se ubican en una altitud media de 2,472 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: ciprés común (Cupressus lusitanica), canac (Chiranthodendron pentadactylon), pino blanco (Pinus ayacahuite), pino triste (Pinus pseudostrobus), ilamo (Alnus jorullensis) y encino (Quercus spp.). En las fotografías de la Figura 4.11 se aprecia el tipo de cobertura vegetal que es un bosque mixto (conífero más latifoliado).

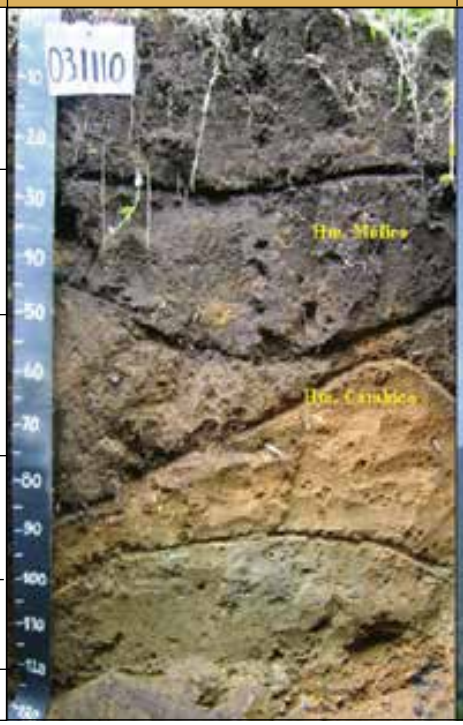
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco limosa Pardo Grisáceo Muy oscuro pH 6.1	00		
A2 Franco arcillo limosa Gris muy oscuro pH 6.3	25		
Bw Franco limosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.3	50		
C1 Arcillosa Pardo amarillento muy oscuro pH 6.6	75		
C2 Franco arcillo limosa Pardo amarillento claro pH 7.1	95 130x		

Figura 4.11 Perfil modal del suelo Humic Ustivitrands (031110) en paisaje de montaña volcano-erosional cubierto de bosque natural, municipio de Santa María de Jesús (Fotos: M. Tum, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) a moderadamente escarpadas (50-75%), correspondiente al paisaje montaña volcano-erosional en un tipo de relieve de estrato-volcán.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo modal Humic Ustivitrands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (PM 031110), en un 80% (Figura 4.11) y los suelos Humic Ustivitrands, familia medial, isomésica (PI 031112) en un 20% de la superficie de la unidad.

La Consociación Camino Volcán de Agua, presenta las siguientes fases:

- **MJBep1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (260 ha).

- **MJBfp:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial (506 ha).
- **MJBfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (204 ha).

La inclusión de la consociación corresponde a los suelos Humic Ustivitrands, familia medial, isomésica (PI 031112), caracterizados por ser profundos, bien drenados, texturas medias y fertilidad química muy alta, erosión de grado ligero. Por su ubicación en el relieve su vocación es la conservación y protección de la biodiversidad. Su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

A). Descripción del perfil modal No 031110

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031110:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Camino Volcán de Agua
Símbolo		MJB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Humic Ustivitrands, familia medial sobre arcillosa, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa María de Jesús
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	2.4 Km de Cráter del volcán de Agua
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 476228
		Latitud (Y): 1600134
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7764
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y poméz)
Altitud		2,471 msnm
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpada
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,329 mm.
	Temperatura promedio anual	12°C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	13.7 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Pedregón
	Clase	Mediana
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**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, ciprés, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		28-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 25 cm A1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
25 – 50 cm A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio arcillo limosa; poca gravilla (10%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite gradual y ondulado.
50 – 75 cm Bw	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (10%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
75 – 95 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arcillosa; poca gravilla (10%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas 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 6.6, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
95 – 130x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio arcillo limosa; poca gravilla (5%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031110

Cuadro 4.13 Resultados de los análisis físicos del perfil 031110

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
0-25	0.81	1.45	32.24	27.17				15.20	6.94	37.20	44.14
25-50	1.06	1.32	42.61	42.39				13.4	0.10	19.80	19.70
50-75	0.78	1.43	44.35	30.12				19.62	14.58	30.87	45.45

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	11.97
25-50	29.21
50-75	10.50

Cuadro 4.14 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031110

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labo-ratorio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	10.13	63.60	26.27	FL	F	5.00	6.1	3.44	6.54				0.32		
25-50	6.03	48.47	45.49	ArL	F	10.00	6.3	2.54	4.83				0.11		
50-75	10.12	63.53	26.35	FL	FArA	10.00	6.3	1.58	3.00				0.42	7.98	Alta
75-95	16.91	36.06	47.02	Ar	ArA	10.00	6.6	0.44	0.84				1.94		
95-130	6.45	46.51	47.05	ArL	AF	5.00	7.1	0.08	0.15				1.16		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	35.00	24.12	10.88	24.12	21.54	1.69	0.78	0.12		61.54	4.82	2.23	0.34	
25-50	35.56	23.64	11.91	23.64	21.53	1.79	0.20	0.12		60.55	5.03	0.57	0.35	
50-75	29.44	18.67	10.78	18.67	16.84	1.50	0.18	0.15		57.18	5.10	0.60	0.52	
75-95	35.56	20.61	14.95	20.61	18.10	2.20	0.10	0.21		50.90	6.19	0.28	0.59	
95-130	16.11	13.50	2.61	13.50	11.52	1.38	0.42	0.18		71.50	8.55	2.61	1.12	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	68.92	0.35	3.00	12.45	45.60	38.40	1.60	1.40	
25-50	66.50	0.35	1.00	8.90	45.80	35.20	1.60	1.50	
50-75	63.39	0.55	0.70	7.15	34.60	23.40			
75-95	57.96	1.75	0.70	13.75	17.15				
95-130	83.78	1.50	0.50	77.35	8.35				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

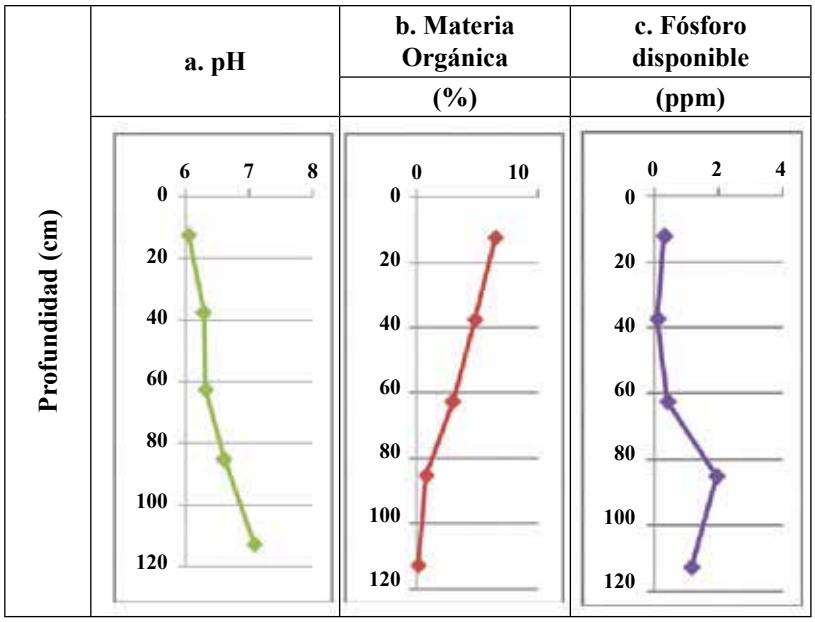


Figura 4.12 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031110

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.11 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A – B – C; donde se observa que el horizonte A se divide en A1 y A2, de color pardo grisáceo muy oscuro y gris muy oscuro, textura franca, con gravilla, estructura en bloques subangulares débiles y consistencia en húmedo friable. El siguiente horizonte Bw, es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcillo arenosa, con gravilla, estructura en bloques subangulares. Los siguientes horizontes C1 y C2, presentan color pardo amarillento oscuro y pardo amarillento claro, respectivamente, textura arcillo arenosa y arenosa franca, con gravilla y sin estructura. De acuerdo con el Cuadro 4.13 la porosidad total es media para el horizonte A1, baja para el horizonte A2 y alta para el horizonte Bw, dominando la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es baja para el horizonte A1, media para el horizonte A2 y baja para el horizonte Bw.

Según el Cuadro 4.14 y la Figura 4.12, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida en los horizontes A y Bw, neutra en el horizonte C; la capacidad de intercambio de cationes y la saturación de bases es alta en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es medio para el primer horizonte y baja en el horizonte A2, Bw y C.



Con respecto a los cationes, el Calcio presenta altos valores; el Magnesio presenta valores medios; el Potasio presenta altos valores en el primer horizonte y valores medios en los restantes horizontes. El contenido de Fósforo disponible es bajo y presenta moderada retención fosfórica. Con referencia a los elementos menores, el Manganeso presenta altos valores, el Hierro, valores medios, el Zinc y el Cobre presentan bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales poco evolucionados y con incipiente desarrollo de sus horizontes. Moderada absorción de fósforo; suelos moderadamente profundos, texturas medias, alta saturación de bases y alta capacidad de intercambio catiónico, permanecen secos durante un semestre del año; con temperaturas en el suelo isomésicas (entre 8 y 15 °C).

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve, ya que se ubican en ladera de estrato-volcán, por lo que sus pendientes son pronunciadas y presentan mediana pedregosidad superficial. La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%), posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%) poseen vocación forestal y son aptas para actividades forestales como el manejo productivo de bosques naturales (bajo plan de manejo), reforestaciones y plantaciones forestales.

Estos suelos no se pueden mecanizar y debe procurarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía por lo que es importante mantener el sotobosque. Asimismo, en la fase agroforestal debe aplicarse materia orgánica (para mejorar aspectos físicos y químicos del suelo), se recomienda realizarlo mediante la incorporación de abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química es necesario incorporar Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, se recomienda aplicar Cobre, Zinc y Hierro. Debido a la moderada retención de fósforo que se realiza en este tipo de suelo, se recomienda utilizar fertilizantes fosforados, poco solubles, aplicarlos cercanos a las raíces y en forma periódica. Necesita riego en la época seca, por sus texturas medias, el riego debe aplicarse con altos volúmenes y las aplicaciones espaciadas en el tiempo.

En ambas fases se recomienda la instalación de cortinas rompevientos para minimizar la erosión eólica.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MJBep1 pertenece a la clase VI, subclase VIp y grupo de manejo VIp-2, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Las fases MJBfp y MJBfp1 pertenecen a la clase VII, subclase VIIp y grupo de manejo VIIp-2, por lo que son tierras de vocación forestal.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.7 Consociación Las Calderas (orden Molisol): Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-medial, isomésica; perfil modal 041304; símbolo MJC

La Consociación Las Calderas se localiza cerca de la Finca Concepción Calderas, en el municipio de San Miguel Dueñas del departamento de Sacatepéquez; asimismo, fue descrita en levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010). La unidad tiene una extensión de 130 ha.



El clima de la región corresponde al tipo "frío húmedo" (Código J), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por poseer un rango de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 12.7 °C, precipitación anual de 1,204 mm, se ubican en una altitud media de 2,360 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB) cuyas especies indicadoras son: ciprés común *(Cupressus lusitanica)*, canac *(Chiranthodendron pentadactylon)*, pino blanco *(Pinus ayacahuite)*, pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, ilamo *(Alnus jorullensis)* y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en las fotos de la Figura 4.13, el uso de la tierra es de agricultura limpia y matorrales.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y tipo de relieve estrato-volcán.

La unidad está representada en un 90% por el suelo Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-medial, isomésica (PM 041304). El 10% restante es del suelo Vitrandic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética-francosa, isomésica (PI 031302).

La inclusión de la consociación corresponde a los suelos Vitrandic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica (PI 031302), profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas y fertilidad química media, presentan erosión ligera, son suelos poco productivos, con bosque mixto. Su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

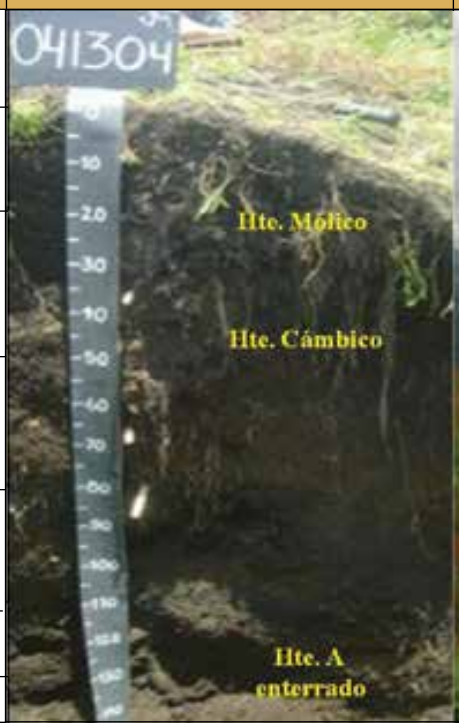
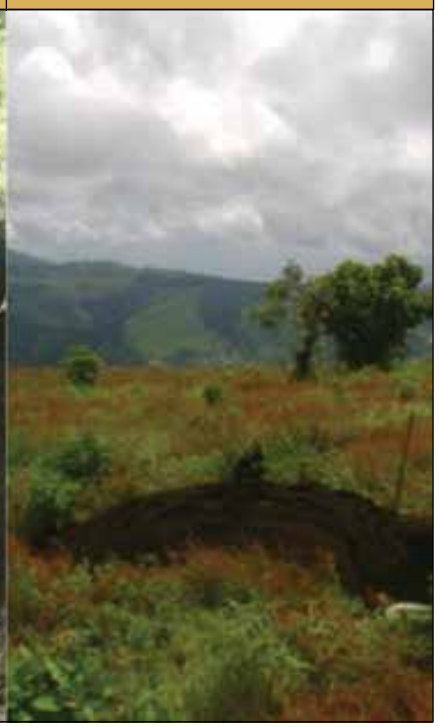
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arenosa franca Negro pH 6.6	00		
Bw Arenosa franca Pardo muy oscuro pH 6.8	35		
C1 Arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.8	65		
C2 Arenosa Gris muy oscuro pH 7.0	80		
Ab Arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.0	120 140x		

Figura 4.13 Perfil modal del suelo Vitrandic Haplustolls (041304) en paisaje de montaña volcano-erosional, se muestra un glacís (Fotos: M. Tum, 2007)

La Consociación Las Calderas presenta la siguiente fase:

- **MJCd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (130 ha).

A). Descripción del perfil modal No 041304

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041304 que fue identificado originalmente en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno corresponden a esa locación y se aplican a esta consociación del departamento de Sacatepéquez.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Las Calderas
Símbolo		MJC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-medial, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Andrés Itzapa
	Aldea	San José Calderas
	Caserío, sector, sitio, finca	A 30 metros de los invernaderos
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 459616
		Latitud (Y): 1607218
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7805
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato volcán
	Forma del terreno	Glacís
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		2,584 msnm
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12–25%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1250 mm
	Temperatura promedio anual	12.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	
	Limitante	Sin limitaciones

Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Repollo, coliflor, brócoli
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente inclinada y baja retención de humedad
Vegetación natural		Matorrales
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		25-07-2007
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 35 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura arenosa franca; abundante gravilla (35%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura migajosa, media y gruesa, débil; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro e irregular.	
35 – 65 cm Bw	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura arenosa franca; abundante gravilla (35%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite gradual e irregular.	
65 – 80 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura arenosa, abundante gravilla (35%), irregular, alteración mediana de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; no hay poros; frecuentes raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite gradual e irregular.	
80 – 120 cm C2	Color en húmedo gris muy oscuro (7.5YR3/1); textura arenosa; abundante gravilla (35%), irregular, alteración mediana de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; no hay poros; pocas raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite claro e irregular.	
120 – 140x cm Ab	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (7.5YR 2.5/3); textura arenosa; abundante gravilla (35%), irregular, alteración mediana de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; no hay poros; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra.	

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041304

Cuadro 4.15 Resultados de los análisis físicos del perfil 041304

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 – 35	1.03	2.45	28.36	11.61				8.48	34.23	23.73	57.96
35 – 65	0.99	2.51	36.92	16.27				10.53	33.87	26.69	60.56

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 35	3.13
35 – 65	5.74

Cuadro 4.16 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 041304

Profun-didad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 35	86.58	8.40	5.02	AF	35	6.6	5.37	10.20				12.93	8.76	Muy Alta
35 – 65	81.71	14.16	4.13	AF	35	6.8	2.01	3.81				8.23		
65 – 80	87.00	8.03	4.97	A	35	6.8	1.08	2.05				13.55		
80 – 120	90.99	2.32	6.69	A	35	7.0	0.70	1.33				9.79		
120 – 140	86.09	9.62	4.29	A	35	7.0	1.06	2.02				3.04		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 35	12.75	15.55		15.55	13.58	1.60	0.23	0.14		106.47	12.54	1.81	1.13	
35 – 65	7.50	11.66		11.66	9.28	2.01	0.20	0.18		123.67	26.78	2.61	2.39	
65 – 80	12.75	19.03		19.03	17.50	1.39	0.03	0.10		137.25	10.93	0.26	0.80	
80 – 120	18.75	9.73	9.02	9.73	8.33	1.23	0.06	0.11		44.40	6.56	0.33	0.59	
120 – 140	10.25	16.57		16.57	11.63	3.28	1.52	0.15		113.41	31.99	14.85	1.46	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 35	SAT	2.40	14.00	117.00	0.01	20.8	0.80	0.73	
35 – 65	SAT	6.90	6.50	383.00	0.01	23.9			
65 – 80	SAT	3.40	2.80	198.00	0.01				
80 – 120	51.88	4.20	1.80	149.00	0.01				
120 – 140	SAT	8.90	1.50	208.00	0.01				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

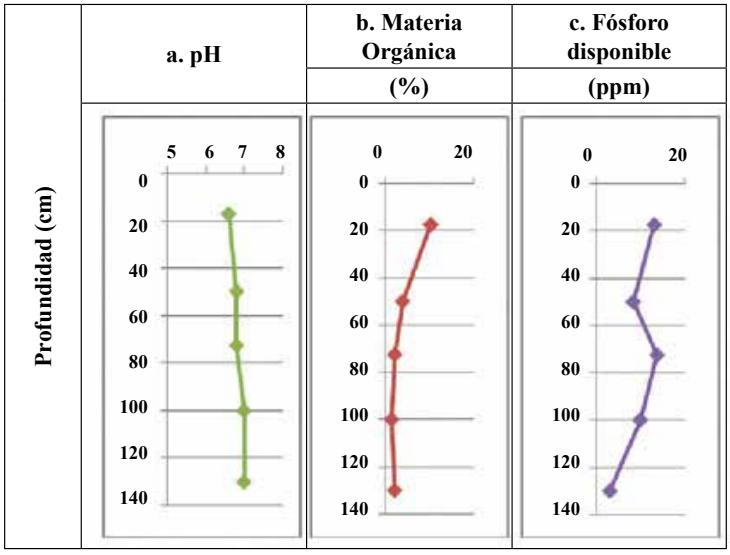


Figura 4.14 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 041304

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A - B - C - Ab, tal como se observa en la Figura 4.13 y la descripción del perfil; donde se observa que el horizonte A presenta color negro, textura arenosa franca, estructura migajosa, media y gruesa, débil, consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un Bw, de color pardo muy oscuro, textura arenosa franca, estructura en bloques subangulares medios y gruesos, débiles, consistencia en húmedo friable. El horizonte C es de textura arenosa franca, color pardo amarillento oscuro y gris muy oscuro, sin estructura (grano suelto). El horizonte Ab, es de textura arenosa, color pardo grisáceo muy oscuro, estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados, consistencia en húmedo friable. Según el Cuadro 4.15 la porosidad total es alta, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.16 y Figura 4.14, la reacción del suelo es neutra; la capacidad de intercambio de cationes es media; el contenido de materia orgánica es elevado, la saturación de bases es alta. Con referencia a los cationes, el Calcio presenta elevados valores; el Potasio y el Magnesio presentan valores medios. El Fósforo disponible presenta valores bajos así como su retención fosfórica.

Respecto a los micronutrientes, el Manganeso presenta niveles bajos en todo el perfil; el Hierro y el Zinc presentan altos valores; el Cobre presenta altos valores en general. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas, definen la fertilidad del suelo como muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos profundos, moderadamente evolucionados, con horizontes superficiales gruesos y oscuros con altos contenidos de materia orgánica con abundantes bases en todo el perfil así como abundantes minerales. Suelos bien drenados, texturas gruesas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio catiónico, fertilidad muy alta. Con déficit de humedad por más de 90 días acumulativos, abundantes fragmentos de roca en el perfil.

Las principales limitantes son la pendiente fuertemente inclinada (12-25%), lo que hace que tenga mayor susceptibilidad a la erosión, la presencia de abundantes fragmentos de roca en el perfil y sus texturas gruesas.

Por las condiciones de pendiente y las limitantes indicadas, estas tierras poseen vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para el establecimiento de arreglos espaciales agroforestales con cultivos permanentes y para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con la inclusión de pasto cultivado y una adecuada carga animal por hectárea.



Para el manejo de estos suelos se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual se deben realizar las siembras al contorno siguiendo curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. Estos suelos 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.

Los suelos necesitan una incorporación constante de materia orgánica para mejorar la estructura del suelo y mantener la fertilidad del mismo, para ello es posible la incorporación de abonos verdes, incorporación de la hojarasca, restos de cosechas y abonos orgánicos. Con respecto a la fertilización química es necesario agregar Nitrógeno, Potasio y sobre todo Fósforo que se encuentra en menores niveles. Dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, se recomienda la aplicación de Cobre. En

forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas gruesas se debe aplicar bajos volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes con cortos intervalos de tiempo.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo, evitando el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo de los suelos.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MJCd1 pertenece a la clase VI, subclase VIs y grupo de manejo VI s-2. Por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.8 Consociación Cerro Monterrico (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isomésica; perfil modal 030806; símbolo MFA

La Consociación Cerro Monterrico se encuentra en el cerro El Cucurucho, caseríos Cumbre de San Mateo y Vuelta Grande del municipio de Antigua Guatemala; en el cerro El Rejón del municipio de Sumpango y en el cerro Las Minas del municipio de Santa Lucía Milpas Altas y en los municipios de Magdalena Milpas Altas, San Bartolomé Milpas Altas y Santiago Sacatepéquez. Su extensión total es de 630 hectáreas.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franca Gris muy oscuro pH 7.5	00		
Bwl Franco arcillo arenosa Pardo oscuro pH 7.5	25		
Bw2 Franco arcillosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.2	60		
Bw3 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 7.2	90		
C Arcillo limosa Pardo amarillendo oscuro pH 7.2	125		
	140x		

Figura 4.15 Perfil modal del suelo Andic Haplustolls (030806) en paisaje de montaña volcano-erosional, son evidentes los cultivos de maíz y hortalizas en el municipio de Magdalena Milpas Altas (Fotos: M. Tum, 2009)

El clima de la región corresponde al tipo "frío subhúmedo" (Código F), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 14.2°C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitud entre 2.300 a 2700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.7 °C, precipitación media anual de 995 mm, se ubican en una altitud media de 2,376 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) cuyas especies indicadoras son: encino *(Quercus* spp.*)*, pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Se observa en las fotos de la Figura 4.15, el perfil modal del suelo, la cobertura vegetal y el uso agrícola que se da a las tierras.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes que van de ligeramente escarpadas (25-50%) a moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional, en un tipo de relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta por un suelo modal Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isomésica (PM 030806), en un 90% del área ocupada por la unidad, el 10% restante está ocupado por otros tipo de suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Cerro Monterrico, presenta las siguientes fases:

- **MFAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (216 ha).
- **MFAf:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), (222 ha).
- **MFAf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (173 ha).
- **MFAf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (19 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030806

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030806:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Cerro Monterrico
Símbolo		MFA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Magdalena Milpas Altas
	Aldea	Buena Vista
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerro Monterrico
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 480949
		Latitud (Y): 1606647
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7863
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera



Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,334 msnm
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	997 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	15.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Grado	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
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**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, hortalizas
	Limitante del uso	Pendiente muy fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		23-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.5, ligeramente alcalina; límite gradual y plano.
25 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; 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 7.5, reacción ligeramente alcalina; límite gradual y plano.
60 – 90 cm Bw2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes 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 7.2, reacción neutra; límite claro y plano.



90 – 125 cm Bw3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra; límite claro y plano.
125 – 140x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030806

Cuadro 4.17 Resultados de los análisis físicos del perfil 030806

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
0-25	0.68	1.26	45.89	27.73				10.27	18.21	27.82	46.03
25-60	0.86	1.57	40.15	25.68				10.06	16.30	28.93	45.22

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	17.46
25-60	15.62

Cuadro 4.18 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030806

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	28.56	61.63	9.82	FL	F		7.5	2.72	5.17				0.53		
25-60	35.19	55.13	9.68	FL	FArA		7.5	1.64	3.12				0.44		
60-90	13.35	76.39	10.26	FL	FAr		7.2	2.6	4.94				0.44	7.81	Alta
90-125	46.73	37.21	16.06	F	Ar		7.2	1.46	2.77				0.65		
125-140	21.10	62.41	16.48	FL	ArL		7.2	0.92	1.75				0.44		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	35.78	30.29	5.49	30.29	21.45	4.17	4.58	0.08		59.96	11.67	12.81	0.22	
25-60	33.54	24.09	9.45	24.09	16.61	2.49	4.90	0.09		49.52	7.42	14.60	0.28	
60-90	40.25	24.33	15.92	24.33	18.61	2.18	3.44	0.10		46.23	5.42	8.54	0.24	
90-125	34.10	22.95	11.15	22.95	16.87	2.16	3.85	0.07		49.48	6.33	11.29	0.21	
125-140	32.98	20.33	12.65	20.33	14.34	2.20	3.71	0.07		43.48	6.67	11.26	0.23	



Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	84.66	N.D	3.75	6.90	62.95	18.00		
25-60	71.82	0.10	2.95	10.20	33.45	17.60	1.40	2.10
60-90	60.44	N.D	2.90	4.10	21.55			
90-125	67.31	N.D	2.90	12.10	32.55			
125-140	61.63	0.30	2.10	17.35	32.35			

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

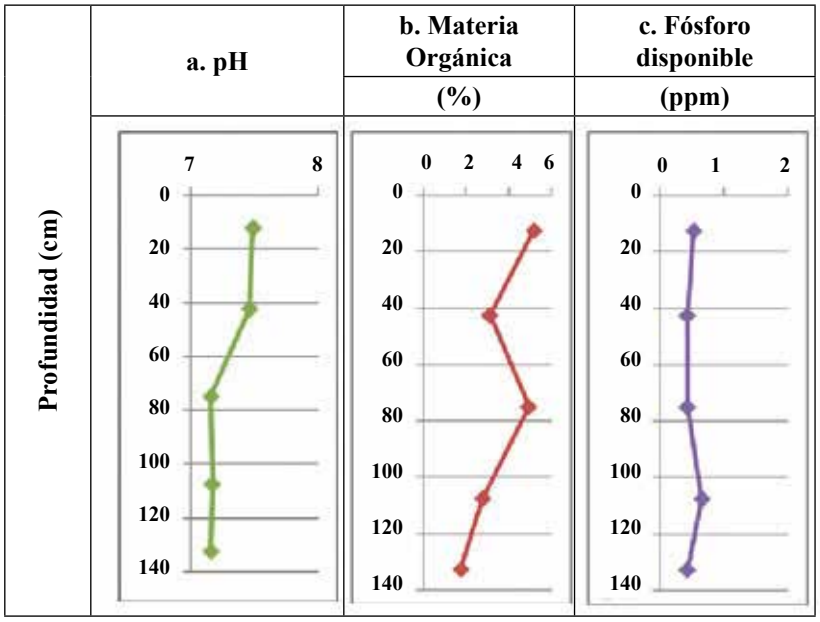


Figura 4.16. Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 030806.

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.15 y la descripción, los suelos presentan un perfil evolucionado del tipo A – B – C; en donde se observa que el horizonte A es de color gris muy oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles y consistencia en húmedo friable. El horizonte B, se subdivide en Bw1, Bw2 y Bw3 de textura franco arcillo arenosa, franco arcillosa y arcillosa, color pardo oscuro, pardo grisáceo muy oscuro y pardo amarillento oscuro, estructura en bloques subangulares finos y medios, consistencia en húmedo friable. El horizonte C es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo limosa, sin estructura. Como se observa en el Cuadro 4.17 la porosidad total es alta en todos los horizontes, manteniéndose la macroporosidad y la microporosidad en proporciones adecuadas. La humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.18 y la Figura 4.16, la reacción del suelo varía de ligeramente alcalina en los dos primeros horizontes a neutra en los horizontes Bw2, Bw3 y C; la capacidad de intercambio de cationes y la saturación de bases es alta en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es medio en el primer y bajo en los demás horizontes.

Con referencia a los cationes, el Calcio y el Potasio se encuentran en altas cantidades en todos los horizontes; el Magnesio se encuentra en cantidades medias. El contenido de Fósforo disponible es bajo así como la retención de fosfatos es baja en todo el perfil.

Respecto a los elementos menores, el Cobre y el Zinc se presentan en valores bajos; el Manganeso posee altos valores y el Hierro presenta cantidades medias. Según los análisis y las variables utilizadas, químicamente, la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con horizontes superficiales oscuros, con altos contenidos de materia orgánica en el primer horizonte, medio y bajo en los siguientes. Suelos profundos, texturas moderadamente finas sobre finas, alta saturación de bases y alta capacidad de intercambio catiónico. Presencia de un período seco y un período húmedo durante el año (un semestre permanece seco o con déficit de humedad por más de 90 días acumulativos); con temperaturas en el suelo isomésicas (entre 8 y 15 °C).

Sus limitantes principales se deben a la posición en el relieve ya que se ubican en laderas de filas y vigas, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75%).

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%) son de vocación agroforestal con cultivos permanentes y establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%) son de vocación forestal por lo que son aptas para plantaciones forestales y/o manejo productivo del bosque natural.

En ambas condiciones es necesario implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos debido a las fuertes pendientes y esto con la finalidad de evitar la erosión hídrica, por lo que se debe sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera. Al plantar cultivos perennes es recomendable realizar terrazas individuales. Para controlar la erosión eólica se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica en forma constante para mejorar sus condiciones fisico-químicas, esto se puede lograr mediante la siembra y posterior incorporación de abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química es necesario incorporar Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, es necesario aplicar como micronutrientes el Cobre, Hierro y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en cada finca. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas medias debe aplicarse altos volúmenes de agua y en forma espaciada.

El bosque natural debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben incorporar cultivos de cobertura o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Con referencia a las actividades ganaderas, es necesario manejar una carga adecuada por hectárea, establecer pastos cultivados, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.



E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MFAe1 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-2, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Las fases MFAf, MFAf1 y MFAf2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2, son de vocación forestal.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.9 Consociación Quisaché (orden Andisol): Vitric Haplustands, familia esquelética - ceniza, isotérmica; perfil modal 041222; símbolo MSA

La Consociación Quisaché se encuentra en inmediaciones de la Granja Labor el Melgar del municipio de San Miguel Dueñas. La unidad tiene una extensión de 1,011 hectáreas. Esta unidad fue muestreada e identificada en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010) y continúa en la presente unidad cartográfica del departamento de Sacatepéquez.

El clima de la región corresponde al tipo "semifrío húmedo" (Código S), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 1, 800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.5 °C, precipitación anual de 1,434 mm, se ubican en una altitud media de 2,106 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB) cuyas especies indicadoras son ciprés común *(Cupressus lusitanica)*, canac *(Chiranthodendron pentadactylon)*, pino blanco *(Pinus ayacahuite)*, pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, ilamo *(Alnus jorullensis)* y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en las fotos de la Figura 4.21 el tipo de cobertura vegetal es de bosque mixto y el uso de la tierra predominante es agricultura de granos básicos.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arenosa Negro pH5.9	00		
Bw Arenosa franca Gris muy oscuro pH 6.5	20		
Ab Arenosa franca Pardo oscuro pH 6.5	70		
C Arenosa franca Gris muy oscuro pH 6.5	90		
	140x		

Figura 4.17 Perfil modal del suelo Vitric Haplustands (041222) en paisaje de montaña volcano-erosional, localizado sobre una ladera con uso agrícola (Fotos: M. Tum, 2007)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75 %), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve estrato-volcán.

La unidad está compuesta por el suelo Vitric Haplustands, familia esquelética - ceniza, isotérmica (perfil 041222) en un 90% del área ocupada por la unidad, el 10% restante está ocupado por otro tipo de suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Quisaché presenta las siguientes fases:

- **MSAe:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), (85 ha).
- **MSAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera, (93 ha).
- **MSAfp:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), poca pedregosidad superficial, (258 ha).
- **MSAfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), poca pedregosidad superficial, erosión ligera (547 ha).
- **MSAfp2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), pedregosidad superficial poca, erosión moderada (28 ha).

A). Descripción del perfil modal No 041222

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041222 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 Sacatepéquez.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Quisaché
Símbolo		MSA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitric Haplustands, familia esquelética - ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Acatenango
	Aldea	Las Nubes
	Caserío, sector, sitio, finca	Panimache II
	Coordenadas (planas)	Longitud (X) :0454271
		Latitud (Y): 1605349
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7890
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,880 msnm
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75%

Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,475 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
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**	Profunda
	Profundidad	140 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Hortalizas, maíz, fríjol
	Limitante del uso	Baja retención de humedad, pendientes moderadamente escarpadas.
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		15-04-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0-20cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura arenosa; frecuente gravilla (35%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medianos, gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces finas, medias, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2 ; pH 5.9, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
20–70 Bw	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura arenosa franca; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; pocas raíces finas y medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
70- 90 Ab	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura arenosa franca; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo, suelta, en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; pocas raíces finas, medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, reacción ligera al H_2O_2 ; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
90- 140x cm C	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura arenosa franca; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo, suelta, en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; pocas raíces finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041222

Cuadro 4.19 Resultados de los análisis físicos del perfil 041222

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	0.95	1.59	38.18	13.35				3.79	26.18	14.07	40.25
20 – 70	1.15	1.59	51.18	15.52				6.84	19.28	8.39	27.67
70 – 90	1.04	1.44	59.79	18.53				11.76	19.17	8.61	27.78

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 20	9.56
20 – 70	8.68
70 – 90	6.77

Cuadro 4.20 Resultados de análisis químicos del perfil 041222

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C. O.	M. O	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 20	88.69	8.19	3.12	A	35	5.9	3.16	6.01				0.10		
20 – 70	81.49	13.04	5.47	AF	40	6.5	1.66	3.15				0.10	5.92	Media
70 – 90	78.58	15.09	6.33	AF	40	6.5	2.24	4.26				0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 20	8.00	3.59	4.41	3.59	2.78	0.40	0.20	0.21		34.8	5.02	2.54	2.57	
20 – 70	12.00	5.97	6.03	5.97	4.80	0.79	0.14	0.24		40.0	6.61	1.13	2.00	
70 – 90	13.00	5.24	7.76	5.24	4.15	0.73	0.13	0.23		31.9	5.60	0.98	1.77	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0 – 20	44.92	1.27	2.88	29.20	0.49	32.00
20 – 70	49.74	3.02	4.62	115.00	0.44	49.30
70 – 90	40.29	2.78	4.22	115.00	0.36	45.60

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



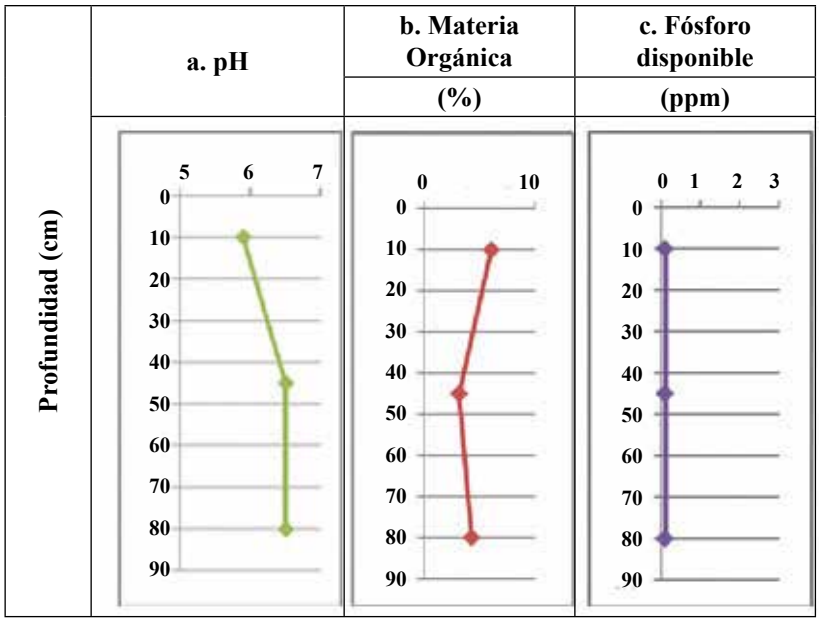


Figura 4.18. Características químicas en función de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 041222

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A–B-Ab-C (Figura 4.17 y descripción del perfil); en donde se observa que el horizonte A presenta un color negro, textura arenosa, estructura en bloques subangulares medios – finos y débiles, consistencia muy friable. El segundo horizonte es un Bw, tiene color gris muy oscuro, textura arenosa franca, estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles, consistencia en húmedo, muy friable. El horizonte Ab que es un horizonte enterrado, presenta textura arenosa franca, color pardo oscuro, estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles, consistencia en húmedo, muy friable. El horizonte C es de color gris muy oscuro con textura arenosa franca, sin estructura, consistencia en húmedo suelta. Como se observa en el Cuadro 4.19, la porosidad total es baja, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es baja en los horizontes analizados.

Según el Cuadro 4.20 y la Figura 4.18, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a ligeramente ácida; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes varía de baja a media; la saturación de bases es media y el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta altos valores; el Potasio presenta valores medios en el primer horizonte y bajo en los demás; el Magnesio presenta valores bajos. El contenido de Fósforo disponible es bajo y presenta moderada retención fosfórica.

Con respecto a los elementos menores, el Cobre y Zinc presentan valores medios; el Manganeso valores bajos y el Hierro, altos valores. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen la fertilidad del suelo como media.



D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos derivados de ceniza volcánica o de materiales de origen ígneo, con presencia de vidrio volcánico, moderadamente evolucionados, mediana adsorción de fósforo, permanecen secos por más de 90 días acumulativos, por lo que solo se puede sembrar en un semestre del año por déficit de humedad. Suelos profundos, drenaje excesivo, texturas gruesas. Temperaturas en el suelo isotérmicas (entre 15 a 22 °C).

Sus limitantes principales son pendientes ligeramente escarpadas y moderadamente escarpadas con erosión ligera y moderada; abundantes fragmentos de roca en el perfil; texturas gruesas y moderada retención de fosfatos.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%) son de vocación agroforestal y silvopastoril por lo que son aptas para el establecimiento de sistemas agroforestales y sistemas extensivos silvopastoriles.

Las fases que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%) son de vocación forestal por lo que son aptas para la producción forestal, plantaciones forestales y manejo de bosques naturales.

En ambas situaciones, es necesario implementar fuertes prácticas de conservación de suelos cuya intensidad se incrementa en la medida que aumenta la pendiente. Como mínimo es necesaria la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas, muertas y la construcción de acequias de ladera. En las plantaciones perennes se recomienda la hechura de terrazas individuales y la plantación de barreras contravientos para minimizar la erosión eólica.

Para contrarrestar la erosión hídrica debe mantenerse una cobertura vegetal permanente del suelo para proteger a los agregados del suelo del impacto erosivo de la gota de lluvia y la escorrentía. Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica en forma constante para mejorar sus condiciones fisico-químicas, esto se puede lograr mediante la siembra y posterior incorporación de abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosechas.

Con respecto a la fertilización química es necesario incorporar Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a la retención moderada de fosfatos, se recomienda agregar fertilizantes fosforados poco solubles, cercanos a las áreas radiculares y en forma constante. Dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, es necesario aplicar como micronutrientes el Cobre, Zinc y Manganeso. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en cada finca.

El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben incorporar cultivos de cobertura o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Con referencia a las actividades ganaderas, es necesario manejar una carga adecuada por hectárea, establecer pastos cultivados, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.



E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MSAe y MSAe1 pertenecen a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-2, por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril; las fases MSAfp, MSAfp1 y MSAfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, por lo que su vocación es forestal.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.10 Consociación Chirosario (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica; perfil modal 031410; símbolo MSB

La Consociación Chirosario se encuentra en las faldas del Volcán de Agua, a inmediaciones de los parajes Chirosario y Pachojob del municipio de Santa María de Jesús. La unidad tiene una extensión de 1,318 hectáreas.

El clima de la región corresponde al tipo "semifrío húmedo" (Código S), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.8 °C, precipitación media anual de 1,309 mm, se ubican en una altitud media de 2,098 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Como se observa en las fotos de la Figura 4.19 el tipo de cobertura vegetal es de bosque mixto y el uso de la tierra predominante es agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75%), correspondiente al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve estrato-volcán.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillo arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.7	00		
A2 Franco arenosa Pardo oscuro pH 6.9	20		
Bwl Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.0	40		
Bw2 Franco arenosa Pardo oscuro a pardo pH 7.1	70		
Bw3 Franco arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.2	100		
	125x		

Figura 4.19 Perfil modal del suelo Andic Humustepts (031410) en montaña volcano-erosional, en la ladera mostrada se ve la predominancia del uso agrícola, municipio de San Juan Alotenango (Fotos: W. González, 2009)

La unidad está compuesta por el suelo Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica (perfil 031410) en un 80% y por el suelo Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica (perfil 031409) en un 20% de la superficie de la unidad.

La inclusión de la consociación corresponde a los suelos Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica (PI 031409), profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas y fertilidad química media, presentan erosión ligera, son suelos poco productivos, con uso agrícola; su descripción detallada se encuentra en el Anexo B.

La Consociación Chirosario presenta las siguientes fases:

- **MSBe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (1,129 ha).
- **MSBf:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), (189 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031410

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031410:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chirosario
Símbolo		MSB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Juan Alotenango
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 470524
		Latitud (Y): 1601198
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7770
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológico	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras ceniza y pómez)
Altitud		1,990 msnm
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpada
	Rango de la pendiente	25-50%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,343 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	15.3 °C.



Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	125 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		24-09-2009

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 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 pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite gradual y plano.
20 – 40 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco limosa; 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, tubulares, continuos; 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 6.9, reacción neutra; límite claro y plano.
40 – 70 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), 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, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y plano.
70 – 100 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), 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, tubulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra; límite claro y plano.
100 – 125x cm Bw3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (1%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031410

Cuadro 4.21 Resultados de los análisis físicos del perfil 031410

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	0.95	1.21	28.92	18.80				3.82	7.52	13.97	21.49
20-40	1.01	1.5	26.32	17.07				5.49	11.48	21.19	32.67
40-70	0.97	1.00	31.75	20.30				7.10	1.08	1.92	3.00

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	14.98
20-40	11.59
40-70	13.20

Cuadro 4.22 Resultados de análisis químicos del perfil

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	44.83	49.07	6.11	FA	FArA	5.00	6.7	2.12	4.03				4.03		
20-40	38.26	57.52	4.23	FL	FA	5.00	6.9	1.4	2.66				1.85		
40-70	53.29	42.98	3.73	FA	FArA	2.00	7.0	0.86	1.63				1.96	7.60	Alta
70-100	47.27	49.13	3.61	FA	FA	2.00	7.1	0.86	1.63				1.09		
100-125	50.52	48.40	1.09	FA	FArA	1.00	7.20	1.1	2.09				2.18		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	21.11	13.93	7.18	13.93	11.71	1.32	0.85	0.06		55.45	6.23	4.02	0.27	
20-40	22.22	11.51	10.71	11.51	9.41	1.34	0.65	0.11		42.34	6.02	2.93	0.49	
40-70	21.11	9.22	11.89	9.22	7.49	1.07	0.56	0.11		35.47	5.07	2.64	0.52	
70-100	22.78	10.62	12.16	10.62	8.74	1.09	0.66	0.13		38.35	4.79	2.88	0.58	
100-125	22.78	12.09	10.69	12.09	9.95	1.13	0.80	0.21		43.68	4.96	3.51	0.92	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	65.97	1.45	2.25	26.15	38.80	22.70			
20-40	51.79	2.15	2.30	20.35	26.40	21.30	1.30	1.60	
40-70	43.69	3.35	1.25	24.20	14.80				
70-100	46.61	2.95	2.10	19.70	14.40				
100-125	53.07	2.35	2.50	28.00	17.25				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



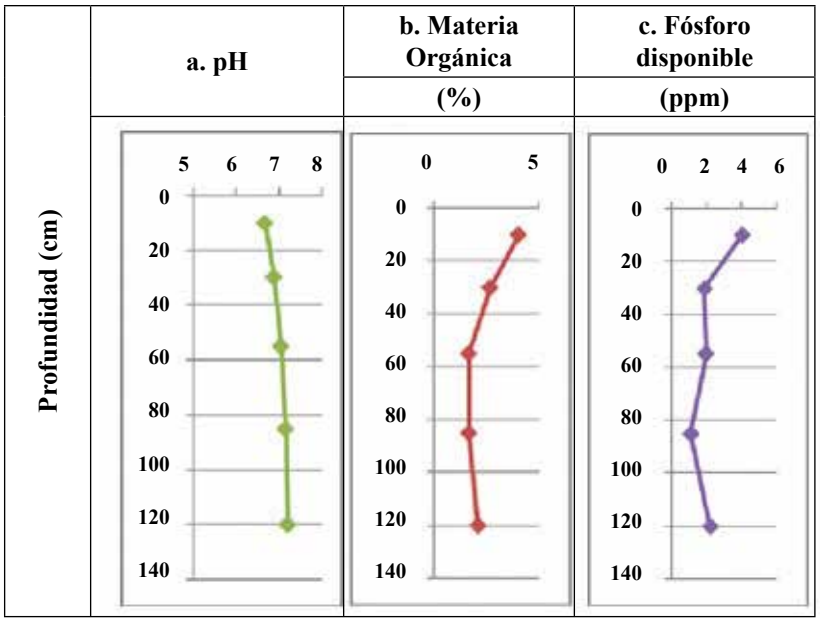


Figura 4.20 Características químicas con relación a la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031410.

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

El suelo presenta un perfil de baja evolución del tipo A – B (Figura 4.19 y descripción del perfil); en donde se observa que el horizonte A presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares finos, medios y débiles, consistencia muy friable. El segundo horizonte es Bw, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa, franco arenosa y franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, moderados, consistencia en húmedo, muy friable. Como se observa en el Cuadro 4.21, la porosidad total es baja, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es baja en los horizontes analizados.

Según el Cuadro 4.22 y la Figura 4.20, la reacción del suelo es neutra; los valores de pH se incrementan ligeramente con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases varía de alta a media; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan altos valores; el Magnesio presenta bajos valores. El contenido de Fósforo disponible es bajo y la retención de fosfatos también presenta bajos valores. Con respecto a los elementos menores, el Hierro y Manganeso presentan altos valores. El Cobre posee valores medios y bajos el Zinc. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen la fertilidad del suelo como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales de baja evolución genética con incipiente desarrollo en sus horizontes. Suelos profundos, texturas medias, alta a media saturación de bases y alta capacidad de intercambio catiónico, presentan déficit de agua por más de 90 días consecutivos; con temperaturas isotérmicas (entre 15 y 22 °C).

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve, ya que se ubican en ladera de estrato-volcán, con pendientes de ligeramente escarpadas (25-50%) a moderadamente escarpadas (50-75%), poseen erosión ligera y presencia de fragmentos de roca dentro del perfil en algunas áreas.

La fase de este suelo que posee pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%) es de vocación agroforestal y es apta para arreglos agroforestales con cultivos permanentes; asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

La fase que posee pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%) posee vocación forestal por lo que es apta para la producción forestal a partir de bosques naturales y/o establecimiento de plantaciones forestales.

En ambas situaciones, es necesario implementar fuertes prácticas de conservación de suelos cuya intensidad se incrementa en la medida que aumenta la pendiente. Como mínimo es necesaria la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas, muertas y la construcción de acequias de ladera. En las plantaciones perennes se recomienda la hechura de terrazas individuales y la incorporación de barreras contravientos para minimizar la erosión eólica.

Para contrarrestar la erosión hídrica debe mantenerse una cobertura vegetal permanente del suelo como protección por el impacto de la gota de lluvia a los agregados del suelo lo que provoca escorrentía. Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica en forma constante para mejorar sus condiciones fisico-químicas, sobre todo para mejorar su estructura, esto se puede lograr mediante la siembra y posterior incorporación de abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosechas.

En las tierras de vocación agroforestal si se tuviera que agregar fertilizantes químicos es necesario incorporar Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, es necesario aplicar como micronutrientes el Cobre y Zinc. En forma general, la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en cada finca. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas medias debe aplicarse altos volúmenes de agua y en forma espaciada en el tiempo. Con referencia a las actividades ganaderas, es necesario manejar una carga adecuada por hectárea, establecer pastos cultivados y evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo del ganado.

En las tierras de vocación forestal el bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben incorporar cultivos de cobertura o mantener el sotobosque para evitar la erosión.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas



Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSBe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras de vocación agroforestal con cultivos permanentes y sistemas silvopastoriles.

La fase MSBf pertenece a la clase VII, subclase VIIp y grupo de manejo VIIp-3, por lo que son tierras de vocación forestal.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.11 Consociación Santa María de Jesús (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica; perfil modal 031113; símbolo MSC

La Consociación Santa María de Jesús se encuentra en las faldas del volcán de Agua a inmediaciones de la Granja María del Rosario, paraje Sabana Chiquita y en los alrededores de la cabecera municipal de Santa María de Jesús; asimismo incluye un área del municipio de Antigua Guatemala. La unidad tiene una extensión de 994 hectáreas.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillosa Gris muy oscuro pH 6.0	00		
A2 Franco arcillosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.5	25		
C1 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 7.2	65		
C2 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 7.3	95		
	125x		

Figura 4.21. Perfil modal del suelo Andic Haplustolls (031113) en paisaje de montaña volcano-erosional, se muestra una ladera cubierta de bosque en el municipio de Santa María de Jesús (Fotos: C. García, 2009)

El clima de la región corresponde al tipo "semifrío húmedo" (Código S), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.5 °C, precipitación media anual de 1,286 mm, se ubican en una altitud media de 2,028 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Como se observa en las fotos de la Figura 4.21 el tipo de cobertura vegetal es bosque mixto.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondiente al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve estrato-volcán.

La unidad está compuesta por el suelo Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica (PM 031113) en un 70%; asimismo un 20% de suelos del tipo Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica

(PI 031115) y suelos del tipo Pachic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PI 031114) en un 10% de la superficie de la unidad (Anexo B).

La Consociación Santa María de Jesús presenta las siguientes fases:

- **MSCd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (925 ha).
- **MSCe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (69 ha).

Las inclusiones de la consociación corresponden a suelos Andic Humustepts, familia ceniza, isotérmica (PM 031115), caracterizados por ser profundos, de texturas moderadamente gruesas, buen drenaje natural y una fertilidad química alta; presentan déficit de agua en época seca. Suelos Pachic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 031114), caracterizados por ser suelos profundos, de texturas medias, excesivamente drenados, fertilidad alta y déficit de agua en época seca (ver los detalles en el Anexo B).

A). Descripción del perfil modal No 031113

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031113:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santa María de Jesús
Símbolo		MSC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa María de Jesús
	Aldea	1.5 km carretera Santa María de Jesús – Palín
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 477937
		Latitud (Y): 1601595
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7761
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		2,012 msnm
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinada
	Rango de la pendiente	12-25%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.8 °C.



Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	125 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Cilantro, maíz y frijol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Ciprés, pino y encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		23-09-2009

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 franco arenosa; poca gravilla (8%), 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, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite difuso.
25 – 65 cm A2	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, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción muy ligeramente ácida; límite difuso.
65 – 95 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra; límite claro y ondulado.
95 – 125x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y moderada al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031113

Cuadro 4.23 Resultados de los análisis físicos del perfil 031113

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
0-25	1.01	1.37	42.76	19.57				9.94	14.25	12.02	26.28
25-65	1.00	1.30	54.04	25.19				14.59	12.32	10.76	23.08

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	9.63
25-65	10.60

Cuadro 4.24 Resultados de análisis químicos del perfil 031113

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	59.49	37.28	3.23	FA	FAr	8.00	6.0	2.60	4.94				5.89	7.64	Alta
25-65	47.84	48.42	3.75	FA	FAr	5.00	6.5	2.30	4.37				0.55		
65-95	42.52	53.55	3.93	FL	Ar		7.2	0.38	0.72				0.55		
95-125	16.61	67.21	16.18	FL	Ar		7.3	0.56	1.06				0.33		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	23.89	12.28	11.61	12.28	9.77	1.83	0.55	0.13		40.91	7.66	2.31	0.54	
25-65	16.67	11.96	4.71	11.96	10.61	0.97	0.14	0.25		63.65	5.80	0.83	1.48	
65-95	34.44	18.95	15.50	18.95	15.23	2.47	0.61	0.64		44.20	7.16	1.78	1.86	
95-125	31.67	18.43	13.23	18.43	14.83	2.32	0.60	0.68		46.82	7.34	1.90	2.16	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	51.42	0.70	3.20	13.75	28.05	16.20	1.50	1.20	
25-65	71.76	0.40	1.65	5.80	22.10	21.50	1.80	1.20	
65-95	55.00	1.25	1.95	23.75	11.75				
95-125	58.21	1.40	2.15	23.20	10.20				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



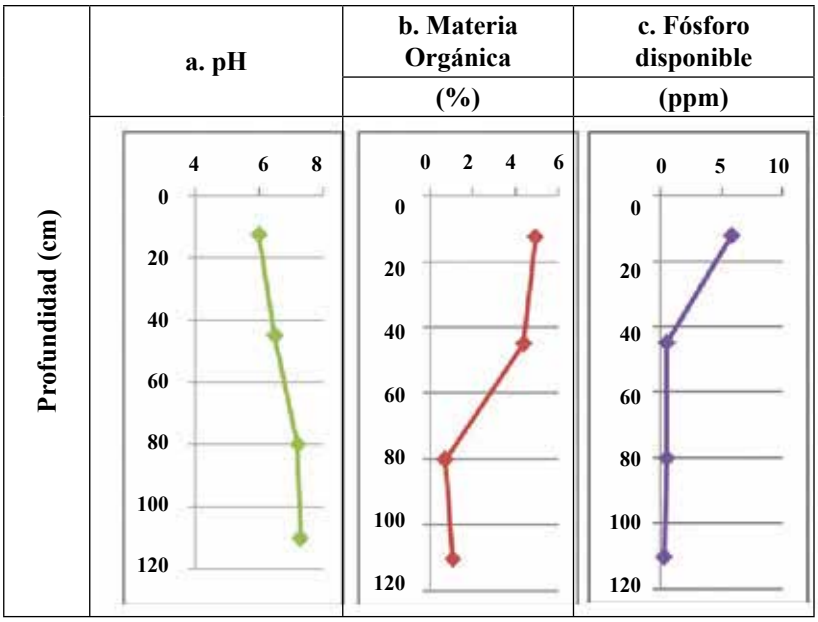


Figura 4.22 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031113

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A - C (Figura 4.21 y la descripción del perfil); en donde se observa que el horizonte A presenta un color gris muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares medios – finos, débiles, consistencia en húmedo friable. El horizonte C es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo, friable. Como se observa en el Cuadro 4.23, la porosidad total es baja, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad en los horizontes analizados; la humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.24 y la Figura 4.22, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es alta; el contenido de materia orgánica es medio en los dos primeros y bajo en los siguientes horizontes; la saturación de bases es alta. Con respecto a los cationes, el Calcio y el Potasio presenta altos valores; el Magnesio presenta valores medios. El contenido de Fósforo disponible es bajo y es baja la retención fosfórica. Con respecto a los elementos menores, el Cobre y el Zinc presentan niveles bajos, el Hierro un nivel medio y alto el Manganeso. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas, definen a las condiciones de fertilidad del suelo como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con horizonte superficial oscuro, medios y bajos contenidos de materia orgánica, permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Suelos profundos, texturas medias sobre finas, alta saturación de bases y alta capacidad de intercambio catiónico; con temperaturas en el suelo isotérmicas (temperaturas entre 15 y 22 °C).

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve, ya que se ubican en ladera de estrato-volcán, por lo que sus pendientes van de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), la erosión es ligera y presenta deficientes precipitaciones en un semestre del año.



Las fases de estos suelos que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12 - 25%) son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes de diferentes ciclos de producción.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%) son de vocación agroforestal y por lo tanto, son aptos para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes, asimismo, son aptos para establecer sistemas silvopastoriles.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. En las tierras de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta perenne. En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que la cobertura vegetal del suelo es muy importante.

En las actividades agrícolas se debe incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre, Zinc y Hierro. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas moderadamente finas que presentan, necesitan láminas de mayor volumen y aplicaciones espaciadas.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea y evitar el sobre pastoreo y pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSCd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-1, por lo que los suelos son de vocación agrícola.

La fase MSCe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.



Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.12 Consociación Tampico (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isotérmica; perfil modal 031301; símbolo MSD

Los suelos de esta unidad se localizan en las faldas del volcán de Acatenango a inmediaciones del caserío Tampico del municipio de San Miguel Dueñas, abarca 148 hectáreas.

El clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.7 °C, precipitación anual de 1,170 mm, se ubican en una altitud media de 2,088 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Como se observa en la Figura 4.23 la cobertura vegetal es de bosque mixto.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos en pendientes de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional, en un relieve de estrato-volcán.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Arenosa franca Pardo muy oscuro pH 6.5	00		
C1 Arenosa franca Negro pH 6.9	35		
C2 Arenosa Negro pH 7.0	60		
Ab Arenosa Gris muy oscuro pH 7.3	95		
	135x		

Figura 4.23 Perfil modal del suelo Andic Haplustolls (031301) en paisaje de montaña volcano-erosional, se observa la cobertura de bosque mixto (Fotos: G. Bonilla, 2009)

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isotérmica (PM 031301), en un 90% del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Tampico, presenta las siguientes fases:

- **MSDd1:** Fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (27 ha).
- **MSDd2:** Fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (96 ha).
- **MSDe1:** Fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50 %), erosión ligera (25 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031301

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031301:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Tampico
Símbolo		MSD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Miguel Dueñas
	Aldea	Finca San Sebastián
	Caserío, sector, sitio, finca	A 1 km antes del campo de futbol, plantación de Pino
	Coordenadas (planas)	Longitud (X):462608
		Latitud (Y):1608084
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7805
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato Volcán
	Forma del terreno	Glacís
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		2,045 msnm
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12-25%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,132 mm.
	Temperatura promedio anual	14 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	15.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
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	95 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60% por volumen
Uso	**Actual**	Bosque de coníferas
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Pino
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		22-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 35 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco limosa; con poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy 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; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
35 – 60 cm C1	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; con poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
60 – 95 cm C2	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; con abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y plano.
95 – 135x cm Ab	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (60%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; bloques subangulares finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.3, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 031301:

Cuadro No. 4.25 Resultados de los análisis físicos del perfil 031301

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
0-35	1.11	1.19	21.62	11.96				5.19	3.00	3.72	6.72
35-60	0.97	1.56	19.39	13.10				6.28	12.28	25.54	37.82

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-35	6.77
35-60	6.81

Cuadro No. 4.26 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031301

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-35	37.26	57.28	5.46	FL	AF	15.00	6.5	3.02	5.74				12.15	7.27	Alta
35-60	59.24	37.32	3.44	FA	AF	10.00	6.9	2.42	4.60				8.60		
60-95	64.58	32.03	3.39	FA	A	40.00	7.0	1.52	2.89				5.91		
95-135	63.07	33.62	3.32	FA	A	60.00	7.3	3.20	6.08				12.79		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-35	17.22	14.56	2.66	14.56	13.48	0.86	0.14	0.08		78.26	5.02	0.83	0.46	
35-60	14.44	16.40		16.40	15.30	0.90	0.08	0.12		105.93	6.26	0.57	0.81	
60-95	15.56	16.86		16.86	15.69	0.95	0.10	0.13		100.85	6.08	0.62	0.84	
95-135	8.89	11.03		11.03	10.16	0.68	0.09	0.10		114.29	7.64	1.03	1.17	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-35	84.56	1.35	6.25	30.10	38.50	16.40			
35-60	SAT	1.30	5.50	24.25	16.60	10.50	0.57	0.83	
60-95	SAT	1.60	5.45	31.85	12.15				
95-135	SAT	2.40	3.70	47.05	10.30				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

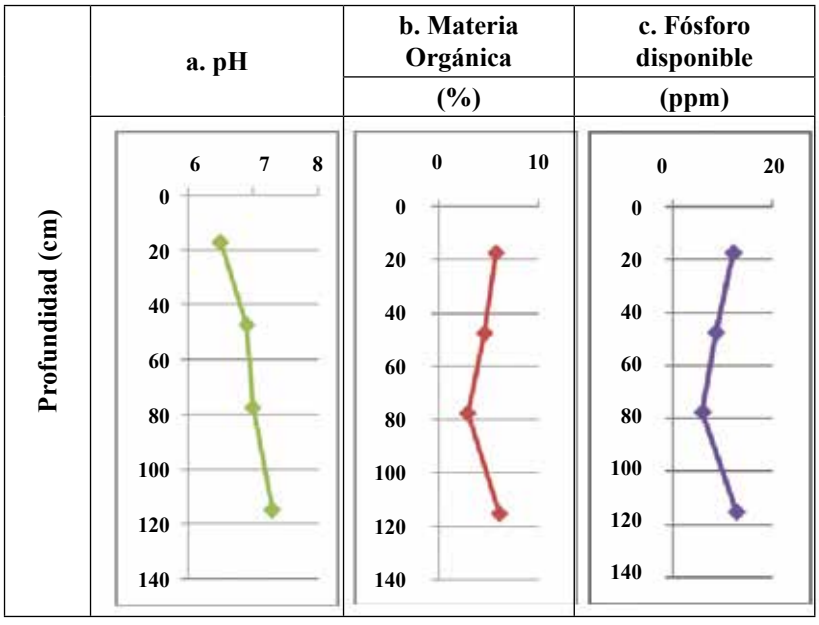


Figura 4.24 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031301

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.23 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A–C -Ab; donde el horizonte A presenta un color pardo muy oscuro, textura arenosa franca, estructura en gránulos finos, débiles, muy friable. El horizonte C presenta color negro, textura arenosa franca y arenosa, sin estructura, consistencia en húmedo suelta. Un horizonte Ab, de color gris muy oscuro, textura arenosa, estructura en bloques subangulares, muy friable, consistencia en húmedo ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. Como se observa en el Cuadro 4.25 la porosidad total es baja, domina la microporosidad sobre la macroporosidad en todos los horizontes; la humedad aprovechable es muy baja en el perfil.

Como se muestra en el Cuadro 4.26 y la Figura 4.24, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es media; la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es medio.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta altos valores; el Magnesio y el Potasio valores bajos. El contenido de Fósforo disponible es bajo, así como la retención fosfórica. Respecto a los micronutrientes el Hierro y Manganeso presentan altos valores; el Zinc valores medios y el Cobre bajos valores. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen la fertilidad del suelo como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos minerales con el horizonte superficial grueso y oscuro, moderadamente profundos, con altos contenidos de materia orgánica, alta saturación de bases y media capacidad de intercambio catiónico en todo el perfil, régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos, presentan intergradaciones ándicas a suelos derivados de cenizas volcánicas, de texturas moderadamente gruesas con abundantes fragmentos de rocas. Temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las principales limitantes de estos suelos son las pendientes que van desde fuertemente inclinadas (12 - 25%) a ligeramente escarpadas (25 - 50%), frecuentes fragmentos de roca en el perfil en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12 - 25%) son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas tanto anuales como perennes.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%) son de vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. En las tierras de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta. En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia.



En las actividades agrícolas, debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca; debido a las texturas gruesas que poseen necesitan láminas de menor volumen y aplicaciones frecuentes.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea y evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSDd1, pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-3, por lo que son tierras de vocación agrícola. La fase MSDd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-1, de vocación agrícola. La fase MSDe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.13 Consociación La Libertad (orden Andisol): Typic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica; perfil modal 030904; símbolo MSE

La Consociación La Libertad se encuentra en inmediaciones del Cerro Monterrico, del municipio de Magdalena Milpas Altas; en el poblado Buena Vista, en los cerros Alux, Chilayón, La Libertad, Miramundo, en los poblados Chicamán, Lourdes, Chiquel y Choacorral, en las fincas California y El Espinazo, en las granjas La Manzanita, Los Encinos Cortijo, Tierra Linda, en el poblado La Libertad, en las labores Rancho Las Julias, Vista Hermosa, Sierra de Mixco, del municipio de San Lucas Sacatepéquez; en el poblado Tampico, del municipio de San Miguel Dueñas; en el poblado Matilandia, del municipio de Santa Lucía Milpas Altas; en los cerros Chococ, Pachalí, Panacoy, en el poblado Sabana Grande del municipio de Santa María de Jesús; en la Comunidad Manzanales, en la Finca San Rafael, en las granjas Buenos Aires, El Pilar, El Refugio, El Rosario, Gethsemaní, La Montaña, Lorena Linn, Los Olivos, Nanicoj, San Fernando y El Jardín, en el Parcelamiento Agrario Pachalí, del municipio de Santiago Sacatepéquez; en el poblado Agua Caliente, en los cerros Nacoj y Tzuluj, en los poblados Chicatop y Chupilá, en las granjas El Nido, Santa Ana, Vista Bella, en el poblado Paquisis, del municipio de Santo Domingo Xenacoj; en la Finca El Volante y en las quintas Solares Del Trigal Tres, del municipio de Sumpango, abarca 4,745 hectáreas.



Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arcillosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.3	00		
Bw1 Franco arcillosa Pardo oscuro pH 6.1	20		
Bw2 Arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.3	45		
Bw3 Arcillo arenosa Pardo amarillento pH 6.4	90		
	120x		

Figura 4.25 Perfil modal del suelo Typic Haplustands (030904) en paisaje de montaña volcano-erosional, en la fotografía se observa el bosque mixto (Fotos: O. Hernández, 2009)

El clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.5 °C, precipitación media anual de 1,192 mm, se ubican en una altitud media de 2,065 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Como se observa en la Figura 4.25 la cobertura vegetal es de bosque mixto donde predominan pino y encino.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes que van de ligeramente escarpadas (25-50%) a fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Typic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PM 030904), en un 90% de la superficie, el 10% posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación La Libertad, presenta las siguientes fases:

- **MSEe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (3,037 ha).
- **MSEf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (1,389 ha).
- **MSEg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (319 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030904

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030904:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Libertad
Símbolo		MSE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Umbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Lucas Sacatepéquez
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	La Libertad
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 481853
		Latitud (Y):1612943
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8602
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,144 msnm
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpado
	Rango de la pendiente	25-50%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,127 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °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.	15.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligera
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
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	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		16-09-2009
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 franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, vesiculares e irregulares, 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite difuso.	
20 – 45 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa 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, finos y medianos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro e irregular.	
45 – 90 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, muy finos y finos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; 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 e irregular.	
90 – 120x cm Bw3	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, muy finos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, medias, vivas y muertas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida.	

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 030904:

Cuadro No. 4.27 Resultados de los análisis físicos del perfil 030904

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	0.85	1.44	83.54	26.15				16.90	28.15	12.83	40.97
20-45	0.95	1.03	74.03	21.24				15.79	5.54	2.23	7.77
45-90	1.01	1.29	73.63	24.12				18.54	14.60	7.11	21.71

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	9.25
20-45	5.45
45-90	5.58

Cuadro No. 4.28 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030904

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	31.92	61.44	6.63	FL	FAr		6.3	1.28	2.43				12.44	7.98	Alta
20-45	40.68	53.30	6.02	FL	FAr		6.1	0.39	0.75				1.77		
45-90	33.26	55.36	11.38	FL	ArA		6.3	0.96	1.83				7.95		
90-120	44.97	47.76	7.27	F	ArA		6.4	1.34	2.55				3.74		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-35	25.50	18.11	7.39	18.11	10.90	3.70	1.58	1.93		42.73	14.50	6.21	7.58	
35-60	19.00	13.34	5.66	13.34	5.75	3.44	1.60	2.55		30.27	18.08	8.44	13.40	
60-95	22.00	15.14	6.86	15.14	7.25	3.20	1.91	2.78		32.95	14.55	8.67	12.65	
95-135	23.00	16.33	6.67	16.33	8.08	3.08	1.87	3.30		35.13	13.39	8.13	14.35	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	71.03	1.74	1.96	74.40	2.20	30.9			
20-45	70.20	4.00	0.76	89.30	3.30	40.5	0.78	1.40	
45-90	68.81	3.06	0.60	39.70	1.50	25.1			
90-120	71.00	2.64	0.88	27.70	1.10				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

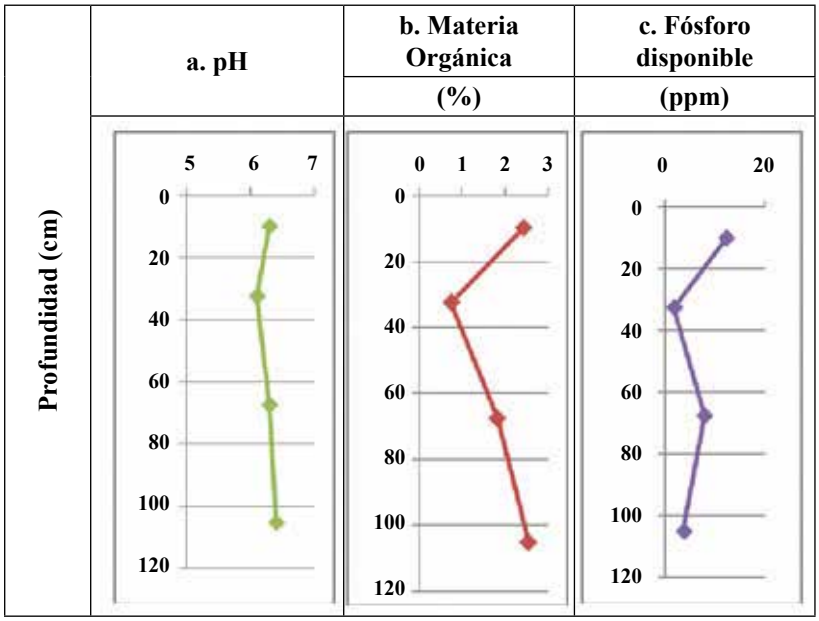


Figura 4.26 Características químicas en función de la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 030904.

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.25 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A – B; donde el horizonte A presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, moderados y consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un Bw, conformado por 3 subhorizontes, de color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa y arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, moderados y consistencia en húmedo friable. Como se observa en el Cuadro 4.27, la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en los restantes, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad en todos los horizontes y la humedad aprovechable es muy baja en el perfil.

Como se muestra en el Cuadro 4.28 y la Figura 4.26, la reacción del suelo es ligeramente ácida; la capacidad de intercambio de cationes es alta; la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio, el Potasio y el Magnesio presentan altos valores. El Fósforo disponible es bajo y la retención fosfórica es moderada. Respecto a los micronutrientes, el Hierro posee altos valores; el Cobre valores medios y el Manganeso y Zinc, bajos.

Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen la fertilidad del suelo como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos suelos son derivados de ceniza volcánica (materiales de origen ígneo) y poseen propiedades ándicas, por su origen son moderadamente evolucionados, poseen moderada adsorción de fósforo. Suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, alta saturación de bases y alta capacidad de intercambio catiónico; permanecen secos por más de 90 días acumulativos durante el año; con temperaturas en el suelo isotérmicas (entre 15 y 22 °C).

Las principales limitantes de estos suelos son su posición en el relieve, ya que se ubican en laderas de filas y vigas, las pendientes van de ligeramente escarpadas (25 - 50%) a fuertemente escarpadas (> a 75%), erosión ligera, moderada retención de fosfatos y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%) es de vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

La fase de estos suelos que posee pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%) es de vocación forestal y por lo tanto, es apta para implementar actividades forestales tales como plantaciones forestales y manejo forestal del bosque natural.

La fase de estos suelos que posee pendientes fuertemente escarpadas (> a 75%) es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y protección de la biodiversidad, por lo que deben conservarse sin intervención antrópica.



Respecto a la fase de vocación agroforestal, en su manejo es necesario establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración; e incluso es recomendable establecer terrazas individuales. Es necesario minimizar la erosión eólica, por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia.

Respecto a la fertilidad, debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos, para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada retención fosfórica es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos poco solubles, aplicarlos cercanos a las raíces y en forma frecuente. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Zinc y Manganeso. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a las texturas moderadamente gruesas debe aplicarse mayor volumen agua y aplicaciones espaciadas, mediante riego por aspersión o goteo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea y evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

En las tierras de vocación forestal el bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben incorporar cultivos de cobertura o mantener el sotobosque para evitar la erosión. En las tierras de conservación, debe favorecerse la regeneración natural, revegetalizar con especies nativas donde falte cobertura, evitar la depredación de la cobertura boscosa. En ambas situaciones es necesario implementar un plan de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSEe1 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

La fase MSEf1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, son de vocación forestal; la fase MSEg1 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, por lo que son tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa y de la biodiversidad.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.1.14 Consociación Cerro Agua de Las Minas (orden Molisol): Lithic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; perfil modal 031116; símbolo MSF

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de los cerros Monterrico y Agua de Las Minas, del municipio de Santa María de Jesús. Posee un área de 145 hectáreas.

El clima de la región es del tipo “semifrío húmedo” (Código S), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de

precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.0 °C, precipitación media anual de 1,201 mm, se ubican en una altitud media de 1,821 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Como se observa en la Figura 4.27, la cobertura vegetal y uso de la tierra es el bosque natural.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arenosa Pardo muy oscuro pH 7.0	00		
R	25 125x		

Figura 4.27 Perfil modal del Lithic Haplustolls (031116) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: A. Pacheco, 2009)

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes que van de moderadamente escarpadas (50-75%) a fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Lithic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 031116), en un 90%, el 10% de la superficie esta formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Cerro Agua de Las Minas, presenta las siguientes fases:

- **MSFfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), abundantes piedras y pedregones, erosión ligera (113 ha).
- **MSFg1:** fase pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (32 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031116

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031116:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Cerro Agua de las Minas
Símbolo		MSF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Lithic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa María de Jesús
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerro Monterrico
	Coordenadas (planas)	Longitud (X):481822
		Latitud (Y):1605083
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7862
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1757 msnm
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,200 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	16.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra, pedregones
	Clase	Abundante
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**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca, presencia de roca, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo y abundante pedregosidad superficial
Vegetación natural		Pino, palo de jiote, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		28-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 25cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura franco arenosa; poca gravilla (5%), 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, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, ligera al H2O2; pH 7.0, reacción neutra; límite abrupto.	
25 – 125x cm R	Roca.	

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos del perfil 031116

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031116

Cuadro 4.29 Resultados de los análisis físicos del perfil 031116

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
0-25	0.70	1.06	65.66	30.27				12.68	18.31	15.66	33.96

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	17.59			

Cuadro 4.30 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031116

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	64.43	26.62	8.95	FA	FAr	25.00	7.0	3.68	6.99				N.D	5.99	Media

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	34.44	36.01		36.01	26.51	7.71	1.74	0.05		76.96	22.39	5.04	0.15	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0-25	SAT	0.35	5.50	6.00	52.80

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.27 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil muy poco evolucionado del tipo A - R; en donde se observa que el horizonte A de color pardo muy oscuro tiene textura franco arenosa, presencia de gravilla, estructura en bloques angulares, finos y medios, débiles y consistencia en húmedo friable; se presenta un contacto con roca continua. Como se observa en el Cuadro 4.29 la porosidad total es media, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es baja.

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.30, la reacción del suelo es neutra; la capacidad de intercambio de cationes es alta; el contenido de materia orgánica es medio; la saturación de bases tiene altos valores.

Con referencia a los elementos mayores, el Potasio, el Calcio y el Magnesio tienen altos valores. Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta altos valores; el Zinc posee valores medios, el Cobre y el Hierro tienen valores bajo. Según los análisis y las variables utilizadas en los análisis químicos, la fertilidad del suelo es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos de muy baja evolución con horizonte superficial oscuro, medios contenidos de materia orgánica y con abundantes bases; alta capacidad de intercambio catiónico, presentan régimen de humedad ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año, son suelos muy superficiales de texturas moderadamente gruesas que se encuentran sobre material rocoso consolidado, por ello se convierte en una limitante física muy severa para el desarrollo de las raíces. Presentan temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las limitantes principales de estos suelos son: su posición en el relieve, ya que se ubican en laderas de filas y vigas, con pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%) y fuertemente escarpadas (>75%); asimismo, son muy superficiales, erosión ligera, abundante pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.



Las fases de estos suelos con pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%) poseen vocación forestal (manejo del bosque natural y plantaciones forestales). La fase con pendientes fuertemente escarpadas (> a 75%), su vocación es la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad.

En la fase de vocación forestal es necesario mantener la cobertura vegetal como una medida de protección al impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía. El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben mantener el sotobosque para evitar la erosión y deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel. En la fase de conservación de la cobertura boscosa, debe mantenerse la vegetación existente, propiciar la regeneración natural y revegetalizar con especies nativas adaptadas a estas condiciones y debe realizarse un plan de manejo contra incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSFfp1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, por lo que son tierras con vocación forestal. La fase MSFg1 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, es de vocación para la conservación de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.15 Consociación Santa Marta (orden Inceptisol): Typic Humustepts, familia francosa fina, superactiva, isotérmica; perfil modal 030403; símbolo MSG

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de la Finca Cruz de Piedra del municipio de Santo Domingo Xenacoj y la Finca El Guachipilín del municipio de Sumpango. Posee un área de 820 hectáreas.

El clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), según Thornthwaite (MAGA, 2009), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.9 °C, precipitación media anual de 1,244 mm, se ubican en una altitud media de 1,828 msnm, dentro de la zona de vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Como se observa en la Figura 4.28, el uso principal de la tierra es agricultura, con relictos de bosque natural.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillo arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.1	00		
Bw Franco arcillo arenosa Pardo oscuro a pardo pH 6.2	30		
C1 Franco limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.3	65		
C2 Franco arcillosa Pardo oscuro a pardo pH 6.3	100		
	140x		

Figura 4.28 Perfil modal del suelo Typic Humustepts (030403) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: M. Tum, 2009)

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en terrenos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75%), sobre paisaje montaña volcano-erosional en el tipo de relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Typic Humustepts, familia francosa fina, superactiva, isotérmica (PM 030403), en un 90%, el 10% restante de la superficie esta constituida por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Santa Marta, presenta las siguientes fases:

- **MSGep1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (517 ha).
- **MSGf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera, (303 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030403

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030403:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santa Marta
Símbolo		MSG
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Humustepts, familia francosa fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Sumpango
	Aldea	San José El Yalú
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 473579
		Latitud (Y): 1624697
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8480
	Línea de vuelo No.	220
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,827 msnm
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpada
	Rango de la pendiente	25-50%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,245 mm.
	Temperatura promedio anual	16 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.2 °C.



Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Rápido
	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**	Moderadamente superficial
	Profundidad	65 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca, presencia de material compactado
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		02-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura franco arcillo arenosa; con poca gravilla (3%), 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, tubulares, continuos; 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 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.	
30 – 65 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; 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 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.	
65 – 100 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.	
100 – 140x cm C2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura 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, moderada al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida.	

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos del perfil 030403.

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030403

Cuadro 4.31 Resultados de los análisis físicos del perfil 030403

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
0-30	1.14	1.2	63.06	19.82				16.75	3.43	1.57	5.00
30-65	0.72	1.04	68.46	21.92				19.35	20.92	9.85	30.77

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-30	3.07
30-65	2.57

Cuadro 4.32 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030403

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	45.9	21.12	32.98	FArA	FAr	3.00	6.1	0.88	1.68				12.68	7.23	Alta
30-65	50.87	17.13	32.00	FArA	Ar		6.2	0.33	0.62				6.53		
65-100	26.45	53.79	19.76	FL	Ar		6.3	0.89	1.70				6.27		
100-140	40.44	30.49	29.07	FAr	Ar		6.3	0.96	1.83				0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-30	15.50	7.74	7.76	7.74	5.30	1.36	0.73	0.35		34.17	8.80	4.70	2.28	
30-65	25.00	10.55	14.45	10.55	6.41	2.70	0.99	0.45		25.63	10.81	3.96	1.80	
65-100	25.00	11.84	13.16	11.84	7.22	3.03	1.19	0.40		28.86	12.12	4.76	1.61	
100-140	28.00	12.85	15.15	12.85	7.82	3.30	1.28	0.44		27.94	11.80	4.57	1.58	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0-30	49.94	0.90	0.44	35.20	1.40
30-65	42.20	0.84	0.68	20.40	2.59
65-100	47.36	1.12	1.02	17.30	3.05
100-140	45.90	1.36	0.92	15.70	3.38

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

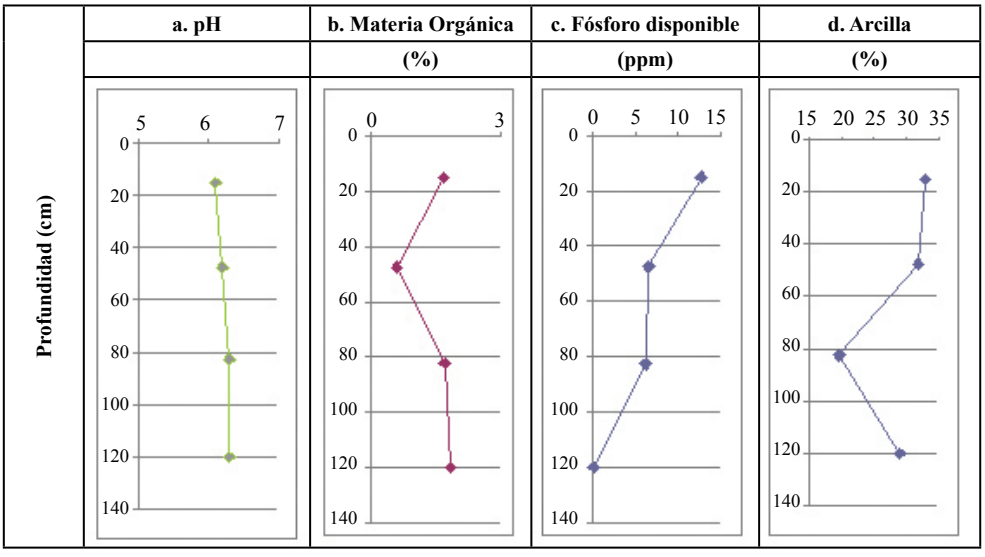


Figura 4.29 Características químicas y físicas dependiendo de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 030403

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.28 y la descripción de perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A - B - C; en donde se observa el horizonte Ap de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques subangulares, medios y gruesos, moderados y consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un Bw, de color pardo oscuro a pardo, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques subangulares medios y gruesos, moderados, consistencia en húmedo friable. El horizonte C se subdivide en C1 con una textura franco limosa, de color pardo amarillento oscuro, sin estructura (masiva), consistencia en húmedo firme y C2 de textura franco arcillosa, color pardo oscuro a pardo, sin estructura (masiva) y consistencia en húmedo firme.

De acuerdo a los resultados que se muestran en el Cuadro 4.31, la porosidad total es baja y la humedad aprovechable posee muy bajos valores. Con base en el Cuadro 4.32 y la Figura 4.29, la reacción del suelo (pH) es ligeramente ácida en todos los horizontes del perfil; los valores de pH se mantienen constantes en todas las profundidades, la capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte y alta en los siguientes horizontes del perfil; el contenido de materia orgánica es bajo en todos los horizontes; la saturación de bases es media en todo el perfil.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta altos valores; el Calcio presenta valores medios en el primer horizonte y altos en los demás; el Magnesio presenta valores medios. El contenido de Fósforo disponible es bajo en todos los horizontes del perfil.

Con respecto a los elementos menores el Zinc, Cobre y Manganeso se presentan en cantidades bajas en todos los horizontes del perfil; el Hierro se presenta con valores altos en los dos primeros horizontes y medio en los demás. Según los análisis y las variables químicas, la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Los suelos de la unidad son de baja evolución con desarrollo de algunas características en sus horizontes tales como color y estructura, poseen déficit de agua durante un semestre del año, presentan bajos contenidos de materia orgánica, tienen texturas moderadamente finas. Poseen temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las limitantes principales de estos suelos son su posición en el relieve, ya que se ubican en laderas de filas y vigas, por lo que sus pendientes son pronunciadas, varían de ligeramente escarpadas (25-50%) a moderadamente escarpadas (50 a 75%), otras limitantes son la erosión ligera, presencia de fragmentos de roca dentro del perfil en algunas áreas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) posee vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

La fase de estos suelos que posee pendientes moderadamente escarpadas (50 a 75%) posee vocación forestal y por lo tanto, es apta para implementar actividades forestales tales como plantaciones forestales y manejo del bosque natural.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agroforestal se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta perenne;



asimismo establecer fuertes prácticas tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos.

Con respecto a la fertilidad, debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre, Manganeso y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Necesita riego en la época seca, debido a las texturas finas debe aplicarse mayor volumen de riego y espaciado en el tiempo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

En las tierras de vocación forestal se recomienda una cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo posean exposición al impacto de las gotas de lluvia que facilita la erosión hídrica. Asimismo, es recomendable mantener el sotobosque para minimizar la escorrentía y establecer planes de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSGep1 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MSGf1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3; por lo que son tierras de vocación forestal.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.16 Consociación Miramar (orden Andisol): Typic Haplustands, familia medial, isotérmica, perfil modal 040624; símbolo MSH

Los suelos de la Consociación Miramar se encuentran a inmediaciones del poblado El Rosario, en el municipio de San Miguel Dueñas del departamento de Sacatepéquez. Abarca una extensión de 28 hectáreas. Esta unidad fue muestreada e identificada en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), donde fue identificada en el clima “frío húmedo” por lo que la taxonomía a nivel de familia por régimen de temperatura se definió como “isomésica”; sin embargo, en el departamento de Sacatepéquez las fases de la unidad se encuentran en un clima transicional a un clima “semifrío húmedo” por lo cual la taxonomía a nivel de familia se ha modificado a “isotérmica” (ver detalles del ajuste climático realizado en el Anexo A).



Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semi-frío húmedo” (Código S), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 1,001a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.8°C, precipitación anual media de 999 mm y una altitud media de 2,156 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983), denominada bosque muy húmedo montano

bajo subtropical (bmh-MB), cuyas especies indicadoras son: ciprés *(Cupressus lusitanica), pino blanco (Pinus ayacahuite),* Canac *(Chiranthodendron pentadactylum),* pino colorado *(Pinus hartweii),* pino triste *(Pinus pseudostrobus),* aliso *(Alnus jorullensis)*, encino *(Quercus* spp.*),* salvia *(Buddleia spp.)* y otros. Según como se observa en la Figura 4.30 la cobertura vegetal es bosque mixto *(pino y encino).*

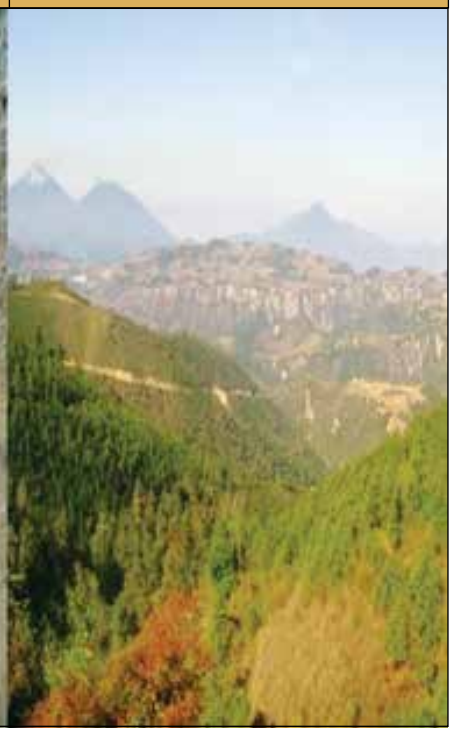
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A1 Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 5.8	00		
A2 Franco arenosa Pardo oscuro pH 6.2	15		
Bw1 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.2	45		
Bw2 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.2	75		
C Franco arenosa Pardo amarillento pH 6.0	110		
	130x		

Figura 4.30 Perfil modal del Typic Haplustands (040624) en paisaje de montaña volcano-erosional cubierto de bosque natural (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos de la Consociación se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (PM 040624) en un 80% y suelos Typic Haplustalfs, familia medial, isotérmica (PI 040614), en un 20% (Anexo B).

La Consociación Miramar, presenta la siguiente fase:

- **MSHe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (28 ha).

La inclusión de la consociación corresponde a los suelos Typic Haplustalfs, familia medial, isomésica (PI 040614), profundos, imperfectamente drenados, texturas moderadamente finas y fertilidad química muy alta, presentan erosión moderada, donde se encuentran cultivos de brócoli, repollo y maíz; su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

A). Descripción del perfil modal No 040624

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040624 que

fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el perfil del suelo corresponden a ese departamento; sin embargo, por continuar el polígono de suelos en el departamento de Sacatepéquez, se aplican los resultados.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Miramar
Símbolo		MSH
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustands, familia medial, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Tecpán
	Aldea	Pachalí
	Caserío, sector, sitio, finca	Miramar
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 441797
		Latitud (Y): 1632461
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2331
	Línea de vuelo No.	02
	Bloque No.	446
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,680 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpado
	Rango de la pendiente	25-50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,500 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	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**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque natural
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Baja retención de humedad, pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Ciprés, pino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		20-04-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 15 cm A1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF; no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite difuso.
15 - 45 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas, 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 6.2, ligeramente ácido; límite claro e irregular.
45 – 75 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillosa 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 pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, discontinuos; 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 6.2, ligeramente ácido; límite difuso.
75 – 110 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa, frecuente 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 medios, tubulares e irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas y muertas y de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF; no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
110 – 130x cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa, poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, medios, irregulares, discontinuos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas y muertas y de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF; no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 040624

Cuadro 4.33 Resultados de los análisis físicos del perfil 040624

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	0.68	1.08	64.68	30.78				21.85	19.41	17.63	37.04
15 – 45	0.93	1.35	94.97	36.83				29.72	19.05	12.07	31.11
45 – 75	0.69	2.54	111.65	36.91				31.32	48.76	24.08	72.83

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 15	8.93
15 – 45	7.11
45 – 75	5.59

Cuadro 4.34 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040624

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 15	68.75	24.97	6.28	FA		5.8	3.99	7.58				2.93		
15 – 45	63.81	26.02	10.17	FA		6.2	1.50	2.85				1.77		
45 – 75	64.17	31.49	4.34	FA	10	6.2	2.35	4.47				0.30	7.00	Alta
75 – 110	68.33	19.25	12.42	FA	15	6.2	1.49	2.83				4.36		
11 0 – 130	69.01	16.15	14.84	FA	10	6.0	0.77	1.46				4.69		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 15	34.50	10.89	23.61	10.89	8.39	2.02	0.24	0.24		24.32	5.85	0.69	0.69	
15 – 45	33.50	8.26	25.24	8.26	5.65	1.82	0.41	0.38		16.86	5.44	1.22	1.15	
45 – 75	34.50	7.71	26.79	7.71	5.22	1.81	0.31	0.36		15.14	5.25	0.90	1.05	
75 – 110	28.50	6.55	21.95	6.55	3.76	2.15	0.12	0.52		13.19	7.55	0.42	1.83	
11 0 – 130	25.00	5.08	19.92	5.08	2.36	2.10	0.09	0.54		9.44	8.39	0.34	2.16	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 15	31.56	0.64	0.38	34.40	1.92	85.9	4.20	1.60	
15 – 45	24.67	0.41	0.17	25.30	0.70	64.9	4.50	1.80	
45 – 75	22.34	0.43	0.07	27.70	1.06	89.6	4.40	1.90	
75 – 110	22.99	0.37	0.06	28.80	1.70				
11 0 – 130	20.33	0.25	0.05	31.20	1.62				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



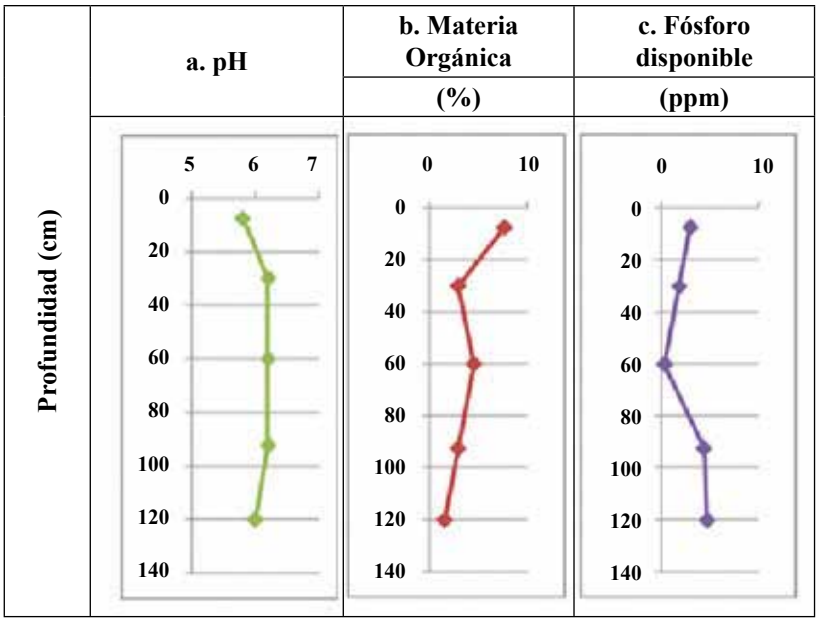


Figura 4.31 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. Fósforo disponible. PM 040624

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.30 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A - B - C; en donde se observa que el horizonte A se subdivide en A1 y A2, de color pardo grisáceo muy oscuro y pardo oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, finos, débiles, consistencia friable. El horizonte Bw se divide en Bw1 y Bw2, es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, poca gravilla (10%), estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles, consistencia friable. El horizonte C es de textura franco arenosa, color pardo amarillento, diferenciándose del Bw por la ausencia de estructura. Como se observa en el Cuadro 4.33, la porosidad total es media, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad en todos los horizontes; la humedad aprovechable es muy baja en todos los horizontes.

Según el Cuadro 4.34 y Figura 4.31, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a ligeramente ácida, los valores de pH se incrementan ligeramente con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es alta en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es alto en el horizonte A1 y bajo en los siguientes horizontes; la saturación de bases es baja.

Respecto a los cationes, el Calcio presenta altos valores; el Magnesio y el Potasio valores medios. El contenido de Fósforo disponible presenta bajos valores y la retención de Fósforo es alta. Con referencia a los elementos menores, el Hierro presenta altos valores; el Cobre, Zinc y Manganeso presentan bajos valores. La fertilidad medida por los análisis químicos realizados es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Los suelos se han derivados de cenizas volcánicas, son de evolución moderada con propiedades ándicas, con materiales amorfos, alta fijación de Fósforo y permanecen secos por más de 90 días acumulativos

durante el año. Son profundos, de texturas moderadamente gruesas y temperatura edáfica isotérmica (entre 15.0 a 22.0ºC).

Entre sus principales limitantes se encuentran: pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) en laderas de filas y vigas y presentan alta retención de fosfatos, por lo que la vocación de estos suelos es agroforestal y silvopastoril. Son factibles las plantaciones agroforestales de cultivos permanentes y el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes se recomiendan fuertes medidas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: terrazas individuales para los árboles, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento de barreras vivas, muertas y la construcción de acequias de ladera. Estos suelos no pueden mecanizarse y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia por la erosión hídrica que se provoca, por lo que es necesario mantener la cobertura vegetal en forma permanente y procurar no eliminar el sotobosque. Asimismo, debe evitarse la erosión eólica estableciendo barreras contravientos.

Respecto a su fertilización, los suelos necesitan un aporte constante de materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas y químicas independientemente de la fertilización química. Se recomienda la incorporación constante de materia orgánica a través de la siembra e incorporación de restos vegetales, abonos verdes, restos de cosechas y abono orgánico en sí. Respecto a la fertilización química, debe incorporarse Nitrógeno, Potasio y Fósforo; debido a la alta retención fosfórica que presentan estos suelos, debe aplicarse fertilizantes fosforados poco solubles, colocarlos cerca del área radicular y en forma periódica. Es necesario aplicar micronutrientes y esto estará en función del rendimiento económico del cultivo establecido, para ello es necesario aplicar Cobre, Zinc y Manganeso. Las dosis deberán establecerse por medio de análisis de suelos realizados en las fincas. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas moderadamente gruesas debe aplicarse bajos volúmenes de agua y en forma frecuente.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, incluyendo pastos mejorados y con una adecuada carga animal por hectárea para evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSHe1 pertenece a la clase VI, subclase VIp y grupo de manejo VIp-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal con cultivos permanentes y sistemas silvopastoriles.

Para conocer los cultivos que se adaptan y sus recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.1.17 Consociación Las Flores (orden Alfisol): Typic Haplustalfs, familia francosa fina, mezclada, superactiva, isotérmica; perfil modal 030402; símbolo MSI

Los suelos de la Consociación Las Flores, se localizan a inmediaciones de la finca San Joaquín y la granja Rolita, del municipio de Magdalena Milpas Altas; finca Chiquel, granjas La Colmena, La Floresta, Miraflores y poblado Jardines de San Lucas II del municipio de San Lucas Sacatepéquez; el poblado Santa Isabel, finca Bohemia, granjas Carberts, Granja Los Álamos del municipio de Santa Lucía Milpas Altas; granja Delia del municipio de Santiago Sacatepéquez; granjas Pamanzana,

Tuyamey, labor El Mojón de Xenacoj, municipio de Santo Domingo Xenacoj; granja Doña Mary, poblados Patzité, Chipotón, Chixote, Cortijo de Los Pinos, Las Flores, Quintas del Tejar, Quintas Solares del Tejar, Quintas Solares del Trigal, Valle de Primavera, finca Flores de Díaz, ranchería de la finca Guachipilín, Labor San Pascual, cerros Chichulín, La Campana y San Antonio del municipio de Sumpango Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez. Abarca una extensión de 1,712 hectáreas.

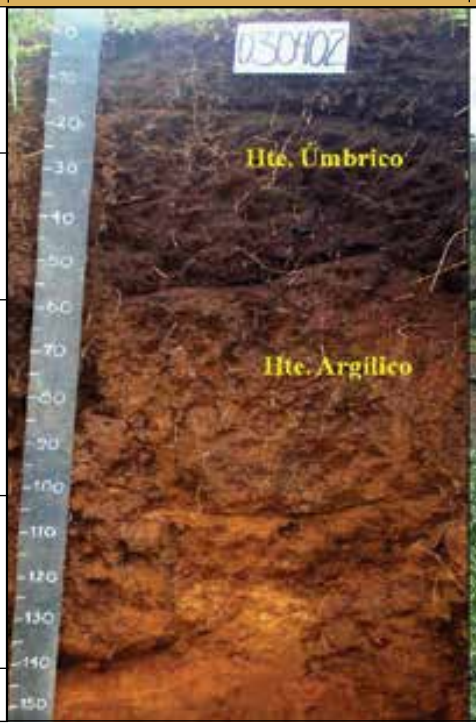
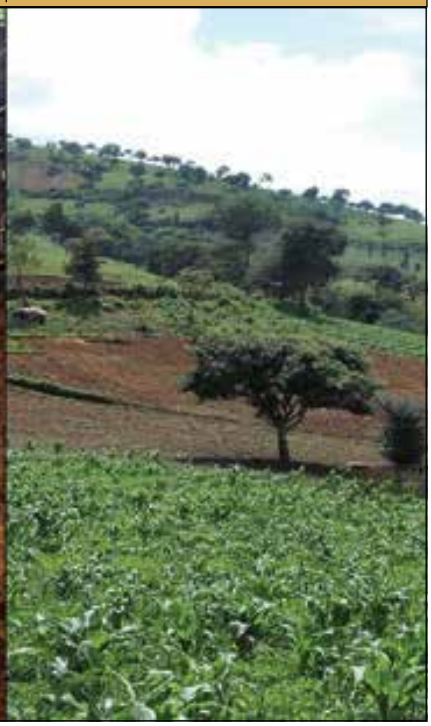
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo muy oscuro pH 6.4	00		
Bw Franco arenosa Pardo oscuro pH 6.5	18		
Bt Franco arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.9	50		
BC Arcillosa Pardo amarillento pH 6.8	100		
	140x		

Figura 4.32 Perfil modal del Typic Haplustalfs (030402) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: G. Bonilla, 2009).

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.2 °C, precipitación anual media de 1,156 mm y una altitud media de 1,960 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ciprecillo de comitán *(Juniperus comitana)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Como se muestra en la Figura 4.32, la cobertura vegetal y uso de la tierra es agrícola con cultivos de granos básicos.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional, relieve lomas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Typic Haplustalfs, familia francosa fina, mezclada, superactiva, isotérmica (PM 030402), en un 80% de la superficie; el 20% restante está ocupado por el tipo Typic Haplustepts, familia francosa fina, semiactiva, isotérmica (PI 040303).

La inclusión de la consociación corresponde a los suelos Typic Haplustepts, familia francosa fina, semiactiva, isotérmica (PI 040303), ubicado en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010). Estos suelos se caracterizan por ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas y fertilidad química alta; presentan erosión ligera, son suelos productivos con vocación agrícola pero necesitan la implementación de prácticas de conservación de suelos. La descripción detallada del perfil se localiza en el Anexo B.

La Consociación Las Flores, presenta las siguientes fases:

- **MSId1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (1,221 ha).
- **MSIe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (457 ha).
- **MSIe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (34 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030402

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del perfil modal 030402:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Las Flores
Símbolo		MSI
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Argílico
	Nombre	**Typic Haplustalfs, familia francosa fina, mezclada, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Sumpango Sacatepéquez
	Aldea	Quintas Solares del Trigal Tres
	Caserío, sector, sitio, finca	Las Flores
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 472341
		Latitud (Y): 1621310
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7081
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,954 msnm
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,212 mm.
	Temperatura promedio anual	16 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	16.7 °C.



Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Rápido
	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	100 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol, güicoy
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, drenaje imperfecto, presencia de material compactado
Vegetación natural		Ciprés, pino
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Oscar Antonio Hernández de la Parra.
Fecha de descripción		02-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 18 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, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, irregulares, discontinuos; muchas 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 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.	
18 – 50 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, irregulares, discontinuos; muchas 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 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.	
50 – 100 cm Bt	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4) y gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en prismas que rompen en bloques angulares, medios y gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite difuso.	
100 – 140x cm BC	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8) y pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques angulares, gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra.	

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 030402:



Cuadro No. 4.35 Resultados de los análisis físicos del perfil 030402

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	1.01	1.29	45.33	17.53				12.00	13.31	8.39	21.71
18-50	1.22	1.6	55.56	19.02				12.28	15.62	8.13	23.75

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-18	5.53
18-50	6.74

Cuadro No. 4.36 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030402

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-18	61.63	19.21	19.16	FA	FArA		6.4	2.02	3.83				12.24	6.84	Alta
18-50	60.76	19.74	19.50	FA	FArA		6.5	1.58	3.00				0.92		
50-100	45.44	24.15	30.41	FArA	Ar		6.9	0.68	1.29				1.00		
100-140	31.47	26.96	41.57	Ar	ArA		6.8	0.64	1.21				2.49		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-18	22.00	9.04	12.96	9.04	6.94	1.72	0.20	0.17		31.56	7.81	0.93	0.78	
18-50	22.50	10.77	11.73	10.77	8.58	1.77	0.19	0.23		38.15	7.87	0.83	1.00	
50-100	30.00	10.32	19.68	10.32	6.54	3.02	0.64	0.12		21.81	10.05	2.14	0.39	
100-140	32.00	11.35	20.65	11.35	6.75	3.08	0.86	0.65		21.10	9.63	2.70	2.04	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0-18	41.08	3.78	1.94	37.60	7.20
18-50	47.85	2.74	1.26	39.80	4.20
50-100	34.40	1.02	0.46	14.10	7.80
100-140	35.47	0.96	0.30	14.90	6.90

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



Especies minerales presentes en la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	00-30	30-70	70-110
Material no cristalino	++++	++++	++++
Feldespatos	+	+	-
Metahaloisita	-	-	-
Haloisita	-	-	-
Especies minerales presentes en la fracción arena	**Profundidad (cm)**		
	00-30	**30-70**	**70-110**
Feldespatos	57%	60%	63%
Vidrio volcánico	2%	2%	3%
Hornblenda	1%	-	-
Hiperstena	7%	2%	2%
Diópsido	13%	15%	14%
Magnetita	7%	8%	5%
Hematina	1%	3%	6%
Fragmentos de toba	12%	9%	5%
Granos alterados	Tr	1%	1%
Biotita	-	-	-
Lamprobolita	-	-	-
Fitolitos	-	-	-
Rutilo	-	-	-
Cuarzo	-	-	-

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

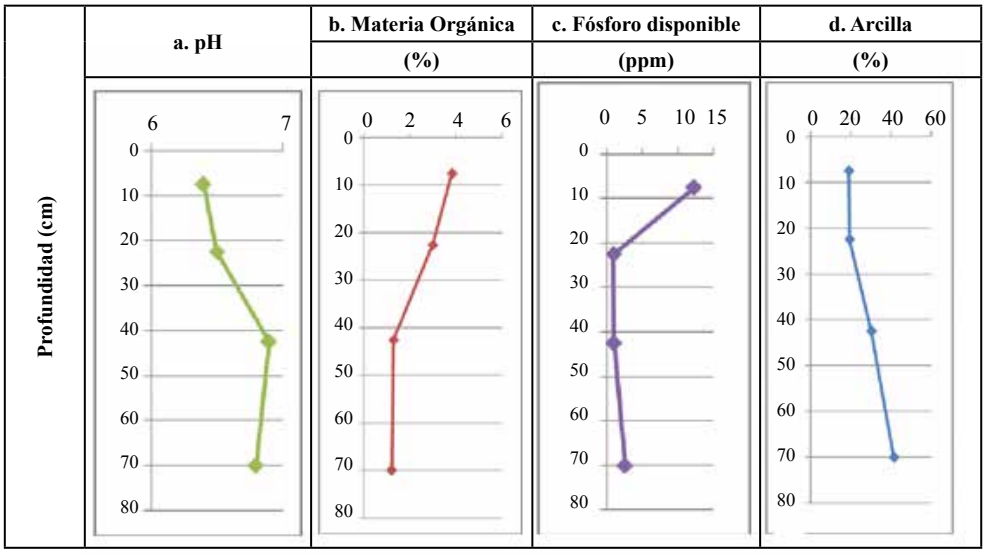


Figura 4.33 Características químicas y físicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica; c. Fósforo disponible y d. arcilla. PM 030402

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.32 y con la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A – B; donde el horizonte A presenta un color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles, consistencia friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El segundo horizonte es un Bw, de color pardo oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares finos, moderados, consistencia friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El tercer horizonte es un Bt, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques angulares medios y gruesos, fuertes, consistencia firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica. Como se observa en el Cuadro 4.35, la porosidad total es baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en todos los horizontes; la humedad aprovechable es muy baja en el perfil.

Como se muestra en el Cuadro 4.36 y Figura 4.33, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es media y el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta altos valores, el Magnesio valores medios y el Potasio presenta valores medios en los primeros dos horizontes y alto en los demás. El contenido de Fósforo disponible es bajo.

Con referencia a los micronutrientes, el Hierro presenta altos valores, el Manganeso y Cobre valores medios y el Zinc, valores bajos. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen la fertilidad del suelo como alta.

Como puede observarse en el Cuadro 4.37, el grado de evolución y origen volcánico de los suelos se demuestra en las especies minerales presentes en la fracción arcilla, predomina el material no cristalino, encontrado en más del 50% y feldespatos presentes en 5-15 %. En la fracción arena, se encuentran como minerales dominantes a los feldespatos en un 60%, seguido de diópsido en un 15%. En menores cantidades, se encuentran fragmentos de toba, magnetita y hematita. Finalmente, en menos del 5% se encuentra la hiperstena.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con un horizonte de iluviación de arcilla y saturación de bases media, con humedad insuficiente para que puedan desarrollarse cultivos durante todo el año en condiciones naturales, presenta texturas medias, en la fracción arcillosa dominan los materiales amorfos, la temperatura del suelo es isotérmica (entre 15.0-22.0°C).



Las principales limitantes de estas tierras son: pendientes que van de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), con erosión ligera a moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) es de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) de vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas silvopastoriles.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. En las tierras de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta. En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse una cobertura vegetal.

En las actividades agrícolas y agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas moderadamente finas que poseen necesitan láminas de mayor volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, bien sea por aspersión o por goteo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSId1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-1 que tiene vocación agrícola. Las fases MSIe1 y MSIe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3. Poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.18 Consociación Magdalena (orden Andisol): Humic Ustivitrands, familia ceniza, isotérmica; perfil modal 030810; símbolo MSJ

Los suelos de la Consociación Magdalena se encuentran a inmediaciones de los poblados Buena Vista, Los Membrillales, Mirasol del municipio de Magdalena Milpas Altas; el poblado Los Cipresales del municipio de Santiago Sacatepéquez; los poblados Chimuch, Santa Rosita, Rancho Alegre y la granja Mis Dos Rosas pertenecientes al municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez. Abarca una extensión de 621 hectáreas.



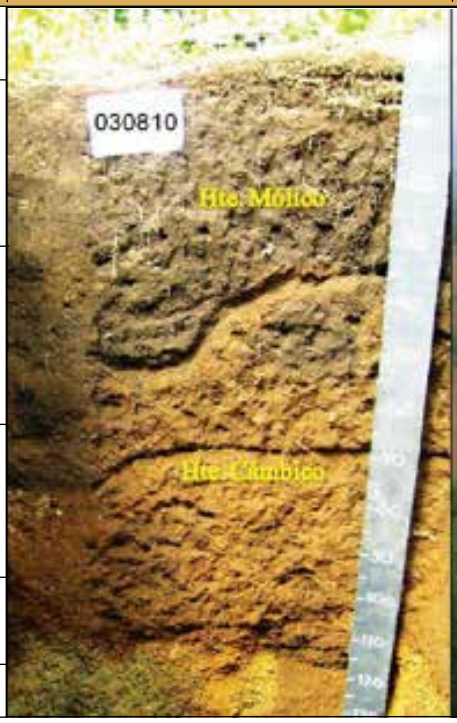
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.3	00		
Bwl Franco limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.3	38		
Bw2 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.3	63		
Cr Franco limosa Amarillo pardusco pH 6.5	100		
	130x		

Figura 4.34 Perfil modal del Humic Ustivitrands (030810) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: G. Bonilla, 2009)

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitud de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.1°C, precipitación anual media de 1,133 mm y una altitud media de 2,049 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ciprecillo de comitán *(Juniperus comitana)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Según la Figura 4.34 la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto donde predomina el pino y encino y se observan áreas sin cobertura con uso agrícola para granos básicos.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), en el paisaje montaña volcano-erosional y el relieve de lomas. La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Humic Ustivitrands, familia ceniza, isotérmica (PM 030810), en un 90% de la superficie de la unidad, el 10% restante está conformado por suelos diferentes que no han sido identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Magdalena, presenta las siguientes fases:

- **MSJd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (584 ha).
- **MSJe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (37 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030810

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030810:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Magdalena
Símbolo		MSJ
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Humic Ustivitrands, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Magdalena Milpas Altas
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Área de cultivos, atrás de la cooperativa
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 481592
		Latitud (Y): 1608666
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7824
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,035 msnm
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinada
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,188 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	15.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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	100 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60% por volumen
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Remolacha, maíz, durazno, níspero
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		06-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 38 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, vesiculares; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
38 – 63 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (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; frecuentes poros, medios y gruesos, vesiculares; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
63 – 100cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); 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, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, medios y gruesos, irregulares; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite abrupto y ondulado.
100 – 130x cm Cr	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco limosa; abundante gravilla (60%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta; en mojado no pegajosa y no plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 030810

Cuadro No. 4.38 Resultados de los análisis físicos del perfil 030810

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
0-38	0.66	1.04	76.35	22.91				7.41	25.57	10.96	36.54
38-63	0.93	1.14	88.57	25.40				10.26	13.14	5.28	18.42

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-38	15.50
38-63	15.14

Cuadro No. 4.39 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030810

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-38	47.07	49.13	3.80	FA	FArA		6.3	2.68	5.09				71.86	7.93	Alta
38-63	42.30	51.01	6.69	FL	FArA	5.00	6.3	0.79	1.51				3.50		
63-100	60.26	36.73	3.01	FA	ArA	5.00	6.3	0.54	1.03				2.90		
100-130	16.48	74.68	8.85	FL	AF	60.00	6.5	0.95	1.81				6.58		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-38	20.00	10.75	9.25	10.75	7.96	1.97	0.63	0.20		39.80	9.84	3.15	0.99	
38-63	21.00	11.35	9.65	11.35	8.51	1.99	0.52	0.33		40.53	9.49	2.48	1.56	
63-100	22.50	10.90	11.60	10.90	6.46	3.02	1.08	0.34		28.73	13.41	4.82	1.49	
100-130	16.50	13.29	3.21	13.29	7.54	3.19	2.13	0.43		45.72	19.31	12.90	2.59	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-38	53.77	2.30	0.94	42.60	1.60	64.1			
38-63	54.07	3.12	0.60	42.80	2.40	30.6	1.30	1.40	
63-100	48.45	2.62	1.04	34.70	3.50	19.6			
100-130	80.52	0.44	1.84	17.00	5.50				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad qnatural química.

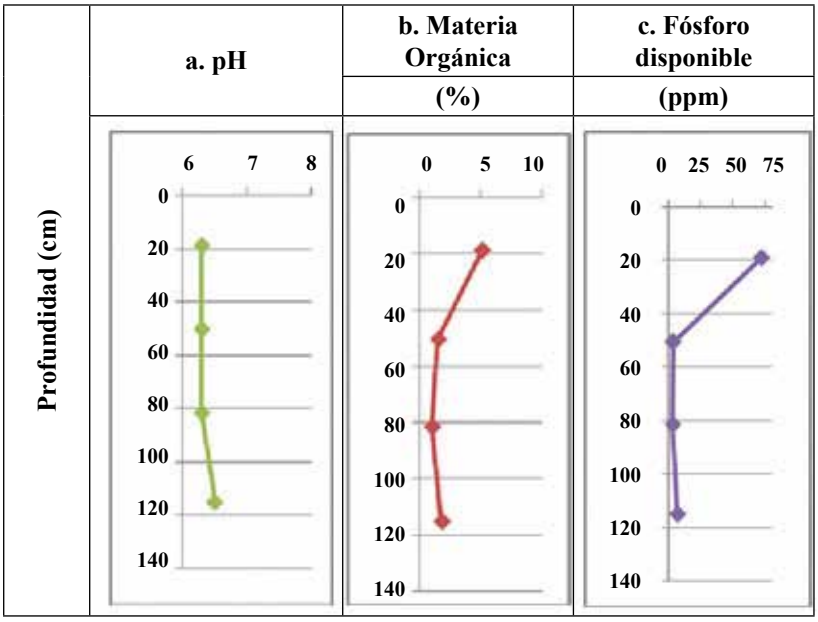
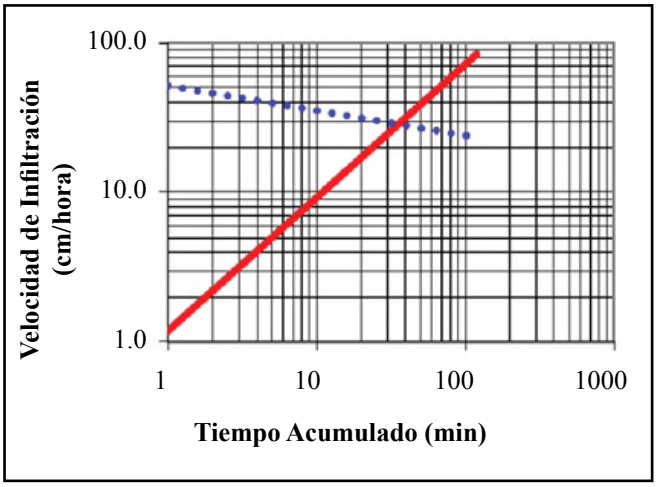


Figura 4.35 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. Fósforo disponible. PM 030810



Infiltración instantánea -----
Infiltración acumulada -----

$I = 51.84t^{-0.167}$ $r^2 = 0.883$

Interpretación: La infiltración básica es de 42.0 cm/h y se califica como rápida

Figura 4.36 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "rápida" de las pruebas hidrodinámicas para el suelo del perfil modal 030810

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.34 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A -B - C donde el horizonte A presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El segundo y tercer horizonte, son Bw, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa y arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, moderados, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El cuarto horizonte es un Cr, de color amarillo pardusco, textura arenosa franca, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica. Como se observa en el Cuadro 4.38 la porosidad total es media, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en todos los horizontes; la humedad aprovechable es baja en el perfil.



Como se muestra en el Cuadro 4.39 y Figura 4.35, la reacción del suelo es ligeramente ácida; los valores de pH se incrementan ligeramente con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes y la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y bajo en los demás.

Respecto a los cationes, Calcio y Potasio presentan altos valores; el Magnesio presenta un nivel medio y el contenido de Fósforo disponible es alto en el primer horizonte (posible aplicación de fertilizantes previo a obtenerse la muestra de suelos) y bajos valores en el resto del perfil. Posee una moderada retención de Fósforo.

Con referencia a los micronutrientes, el Hierro presenta altos valores, el Cobre medio, el Zinc y el Manganeso presentan bajos valores. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen las condiciones de fertilidad del suelo como alta.

Como puede observarse en la Figura 4.36, la infiltración de agua a través del perfil es rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos suelos son derivados de ceniza volcánica, presentan texturas medias, alta capacidad de intercambio catiónico y alta saturación de bases, moderada adsorción de Fósforo, permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año, presentan alto contenido de materia orgánica en el primer horizonte y su régimen de temperatura edáfica es isotérmico (entre 15 y 22 °C).

Las principales limitantes de estos suelos son: pendientes que van de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), con un grado de erosión ligero, presenta retención de fosfatos y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) es de vocación agrícola y por lo tanto, es apta para implementar cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes.

La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) es de vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes, así como sistemas silvopastoriles.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. En las tierras de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta. En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia.

En las actividades agrícolas y agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada retención de Fósforo es necesario aplicar fertilizantes fosforados poco solubles, cerca de las raíces de los cultivos y aplicarlo periódicamente. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Zinc y Manganeso. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas medias que poseen necesitan láminas de mayor volumen y aplicaciones espaciadas, bien sea por aspersión o goteo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSJd1

pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-3, posee vocación agrícola. La fase MSJe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, posee vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.19 Consociación San José Yalú (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia francosa fina, semiactiva, isotérmica; perfil modal 030408; símbolo MSK

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones del poblado Oklahoma, la granja Chiponquín del municipio de Santiago Sacatepéquez; el poblado Frutales del Sol, finca Los Horizontes, del municipio de Santo Domingo Xenacoj; el poblado San Rafael El Arado, la granja San Luis Los Pinos, guardianía de la finca Guachipilín, del municipio de Sumpango, del departamento de Sacatepéquez. La unidad abarca un área de 682 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.8°C, precipitación anual media de 1,212 mm y una altitud media de 1,842 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ciprecillo de comitán *(Juniperus comitana)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Según la Figura 4.37 la cobertura vegetal y uso principal es agrícola.

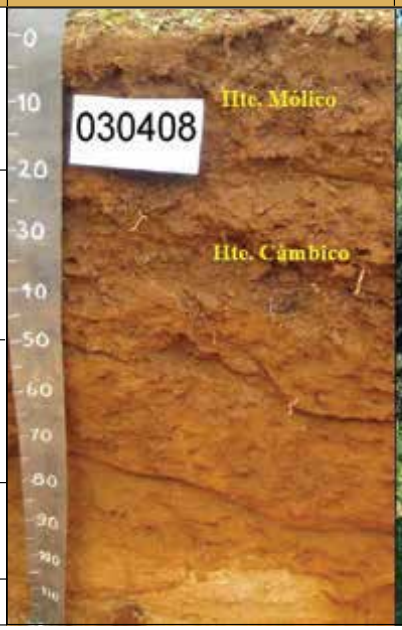
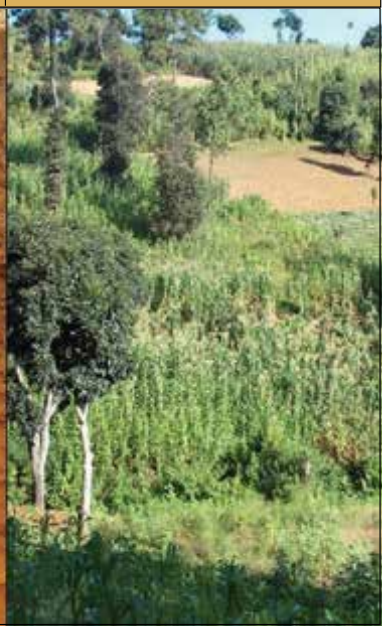
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 5.8	00		
Bw Franco arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.0	20		
C1 Franco arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.7	50		
C2 Arenosa Pardo amarillento oscuro pH 5.0	80		
	120x		

Figura 4.37 Perfil modal del Typic Haplustolls (030408) en paisaje de montaña volcano-erosional, donde se muestra una ladera con agricultura anual (Fotos: D. Yoc, 2009)

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes de moderadamente inclinadas (7-12%) a ligeramente escarpadas (25-50%) del relieve de lomas y paisaje montaña volcano-erosional.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Typic Haplustolls, familia francosa fina, semiactiva, isotérmica (PM 030408), en un 80% (Figura 4.37) y suelos Fluventic Haplustepts, familia francosa fina, semiactiva, isotérmica, (PI 030401) en un 20% de la superficie de la unidad, esta inclusión se caracteriza por ser superficial, moderadamente drenada, textura moderadamente finas y fertilidad química alta, presentan erosión hídrica laminar de grado ligero y muy baja retención de humedad, el uso de los suelos es agrícola. Su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

La Consociación San José Yalú, presenta las siguientes fases:

- **MSKc1:** fase con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (52 ha).
- **MSKd1:** fase con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (507 ha).
- **MSKd2:** fase con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (49 ha).
- **MSKe1:** fase con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (74 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030408

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030408:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación San José Yalú
Símbolo		MSK
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia francosa fina, semiactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Sumpango Sacatepéquez
	Aldea	El Chiponquin
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 474963
		Latitud (Y): 1620837
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7083
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,823 msnm
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpada
	Rango de la pendiente	25-50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,176 mm.
	Temperatura promedio anual	16 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo



Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	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**	Superficial
	Profundidad	50 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol, arveja, aguacate
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de material compactado
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		17-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; pocas 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 5.8, reacción moderadamente ácida; límite difuso.
20 – 50 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite gradual e irregular.
50 – 80 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, muy finos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro e irregular.
80 – 120x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, finos y medianos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, muertas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.0, reacción muy fuertemente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos del perfil 030408

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030408

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	0.83	1.12	53.18	26.77				18.50	12.86	13.03	25.89
20-50	0.98	1.08	52.91	26.77				19.70	4.57	4.68	9.26
50-80	1.03	1.57	46.71	22.75				16.44	17.64	16.75	34.39

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	8.27
20-50	7.07
50-80	6.31

Cuadro 4.41 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030408

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	53.76	19.90	26.34	FArA	Ar		5.8	1.47	2.79				6.94		
20-50	55.35	21.11	23.54	FArA	Ar		6.0	1.51	2.87				13.85	7.39	Alta
50-80	56.08	21.99	21.93	FArA	ArA		6.7	0.72	1.37				1.00		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	16.00	9.86	6.14	9.86	6.44	1.88	1.39	0.15		40.25	11.75	8.69	0.94	
20-50	17.00	9.19	7.81	9.19	6.09	1.74	1.19	0.17		35.82	10.24	7.00	1.00	
50-80	17.50	13.84	3.66	13.84	8.30	2.83	2.15	0.56		47.43	16.17	12.29	3.20	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0-20	61.63	1.40	0.62	32.60	6.70
20-50	54.06	1.46	0.72	34.30	6.50
50-80	79.09	0.72	0.40	4.90	1.50

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



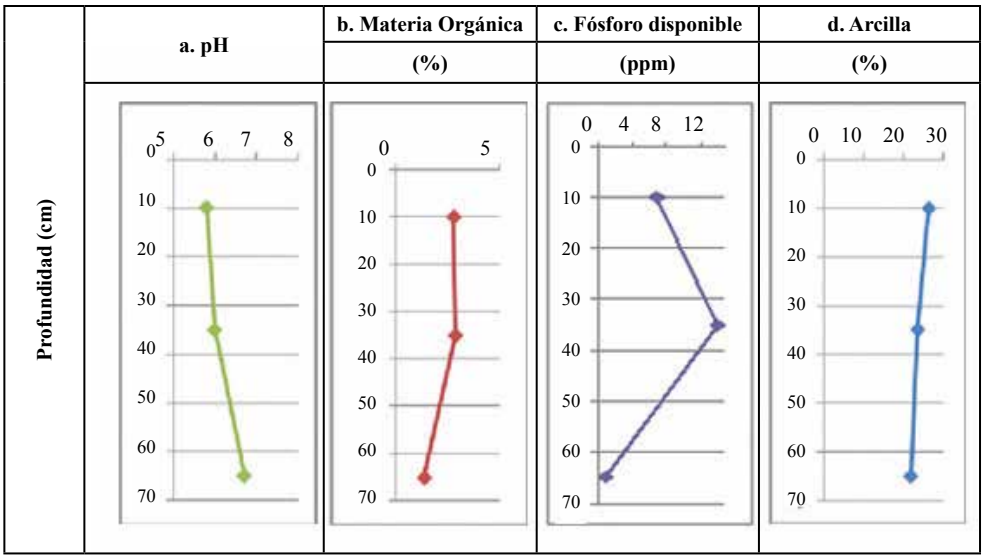


Figura 4.38 Características químicas y físicas dependiendo de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. Fósforo disponible y d. arcilla. PM 030408

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.37 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A - B - C; en donde se observa que el horizonte A es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados y consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un Bw, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques subangulares medios y gruesos, moderados, consistencia en húmedo friable. El horizonte C presenta una textura franco arcillo arenosa, color pardo amarillento oscuro, sin estructura. Según el Cuadro 4.40 la porosidad total es baja en los dos primeros horizontes y media en el tercero, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en todos los horizontes, la humedad aprovechable es muy baja.

En el Cuadro 4.41 y Figura 4.38, se observa que la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra, los valores de pH se incrementan ligeramente con la profundidad; la capacidad de intercambio catiónico es media en todo el perfil; la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan niveles altos en todo el perfil; el contenido de Magnesio es medio; el Fósforo disponible es bajo. Respecto a los elementos menores, únicamente el Zinc y el Cobre presentan niveles bajos; el Hierro se presenta en niveles altos en el primer y segundo horizonte y bajo en el tercero. El Manganeso disponible es medio en los dos primeros horizontes y bajo en el tercero; según los análisis y las variables utilizadas, químicamente, la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Los suelos son oscuros, superficiales, presentan bajos contenidos de materia orgánica, con alta saturación de bases y media capacidad de intercambio catiónico en todo el perfil, con régimen de

humedad del suelo ústico (deficientes precipitaciones en un semestre), de texturas moderadamente finas, temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las principales limitantes para estos suelos son las pendientes que van de moderadamente inclinadas (7-12%) hasta ligeramente escarpadas (25-50%), erosión de ligera a moderada, suelos superficiales y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases de estos suelos con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) a fuertemente inclinadas (12-25%), son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

La fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), es de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Estos suelos necesitan prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, y la intensidad de las mismas está en función del aumento de la pendiente. En las fases de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. En las tierras de la fase de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta perenne.

En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos en todas las fases de la unidad. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal.

En las actividades agrícolas y agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas moderadamente finas que poseen necesitan láminas de mayor volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, bien sea mediante goteo o aspersión.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSKc1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-1; la fase MSKd1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-3; la fase MSKd2 pertenece a la clase IV, sub clase IVpes y grupo de manejo IVpes-1. Estas tres fases son de vocación agrícola.

La fase MSKe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3 por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.



Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.20 Consociación Santa Lucía (orden Inceptisol): Andic Dystrustepts, familia ceniza sobre arcillosa, amórfica, isotérmica; perfil modal 031007; símbolo MSL

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de finca La Labor, del municipio de San Lucas Sacatepéquez; poblados San José Buena Vista y Colinas de Santa Lucía, las granjas Buena Vista, Primavera y la cabecera municipal de Santa Lucía Milpas Altas; el poblado Santa Marta del municipio de Sumpango Sacatepéquez; el sitio arqueológico del municipio de Santiago Sacatepéquez y la granja El Nido del municipio de Santo Domingo Xenacoj. Abarca una extensión de 421 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.3°C, precipitación anual media de 1,118 mm y una altitud media de 1,984 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino *(Quercus* spp.*),* pino triste *(Pinus pseudostrobus),* pino de ocote *(Pinus montezumae),* ciprecillo de comitán *(Juniperus comitana),* ilamo *(Alnus jorullensis),* capulín *(Prunus capulli),* madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Según la Figura 4.39 la cobertura vegetal es de bosque mixto *(pino y encino)* con un uso predominante agrícola.

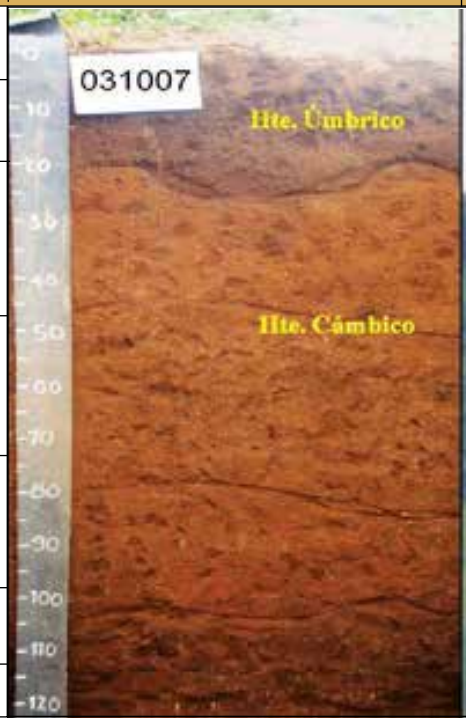
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 5.5	00		
Bwl Franco arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.4	20		
Bw2 Arcillo limosa Pardo amarillento oscuro pH 7.0	45		
C1 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.8	80		
C2 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.0	105		
	120x		

Figura 4.39 Perfil modal del Andic Dystrustepts (031007) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, en pendientes de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional en relieve de glacís.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Andic Dystrustepts, familia ceniza sobre arcillosa, amórfica, isotérmica (PM 031007), en un 80% de representación y el suelo Vitrandic Ustorthents, familia medial, no ácida, isotérmica (PM 041112) en un 20% de la superficie de la unidad, el cual se encontró en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango (ver detalles en MAGA-IGAC, 2010).

La inclusión de la consociación corresponde a suelos Vitrandic Ustorthents, familia medial, no ácida, isotérmica (PI 041112), caracterizados por ser profundos, bien drenados, texturas gruesas y fertilidad química alta, presentan erosión ligera, son suelos muy productivos cultivados con maíz, frijol, aguacate, café y bosque mixto. La descripción del perfil se localiza en el Anexo B.

La Consociación Santa Lucía, presenta las siguientes fases:

- **MSLd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (362 ha).
- **MSLe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (59 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031007

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031007:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santa Lucía
Símbolo		MSL
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Dystrustepts, familia ceniza sobre arcillosa, amórfica, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa Lucía Milpas Altas
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca El Manzanón
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 480183
		Latitud (Y): 1611356
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8602
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,921 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12-25 %



Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,008 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Hortalizas
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente inclinada, déficit de agua en época seca, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		César David García Sic, Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		16-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (22%), 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 medios, tubulares, continuos; frecuentes raíces, muy finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.5, reacción fuertemente ácida; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea estructura en bloques subangulares medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
45 – 80 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, muertas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite claro y ondulado.
80 – 105 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, muertas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.



105 – 120x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, medios y finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, muertas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 031007:

Cuadro No. 4.42 Resultados de los análisis físicos del perfil 031007

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	1.30	1.63	45.95	15.77				6.25	13.30	6.95	20.25
20-45	0.78	1.24	52.91	18.01				12.15	24.47	12.63	37.10
45-80	1.27	1.39	57.14	19.52				12.90	5.68	2.95	8.63

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	9.52			
20-45	5.86			
45-80	6.62			

Cuadro No. 4.43 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031007

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	51.07	43.26	5.67	FA	FA	22.00	5.5	0.86	1.64				293.00	6.83	Alta
20-45	42.34	49.41	8.25	F	FAr	10.00	6.4	0.42	0.80				2.46		
45-80	37.81	51.16	11.03	FL	ArL		7.0	0.88	1.68				3.83		
80-105	40.67	49.94	9.40	F	Ar		6.8	0.78	1.48				1.00		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	16.00	1.92	14.08	1.92	0.19	0.69	0.77	0.28		1.17	4.29	4.78	1.77	
20-45	19.00	8.76	10.24	8.76	6.59	1.34	0.43	0.40		34.69	7.04	2.25	2.11	
45-80	22.50	10.85	11.65	10.85	8.47	1.73	0.26	0.38		37.65	7.69	1.16	1.69	
80-105	24.00	13.39	10.61	13.39	8.88	2.90	1.23	0.38		37.00	12.08	5.13	1.58	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	12.01	2.76	2.72	28.90	0.78	23			
20-45	46.09	2.74	0.52	19.20	1.32	20.60			
45-80	48.20	3.58	0.60	14.50	1.47	20.8	0.50	1.40	
80-105	55.79	3.00	0.84	13.50	2.37				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^++Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.44 Resultados del análisis mineralógico del perfil 031007

Especies minerales presentes en la fracción arena	Profundidad (cm)		
	20-45	45-80	80-105
Feldespatos	64%	67%	61%
Vidrio volcánico	3%	5%	5%
Hornblenda	Tr	1%	Tr
Hiperstena	Tr	5%	7%
Diópsido	13%	12%	13%
Magnetita	5%	5%	3%
Hematita	9%	3%	3%
Fragmentos de toba	5%	2%	7%
Granos alterados	1%	Tr	1%
Biotita	Tr	_	_
Lamprobolita	_	_	_
Fitolitos	Tr	Tr	Tr
Rutilo	_	_	_
Circón	_	_	_
Especies minerales presentes en la fracción arcilla	**Profundidad (cm)**		
	20-45	**45-80**	**80-105**
Material no cristalino	++++	++++	++++
Haloisita	+	+	+
Feldespato	+	+	+
Intergrados 2:1-2:2	Tr	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	?

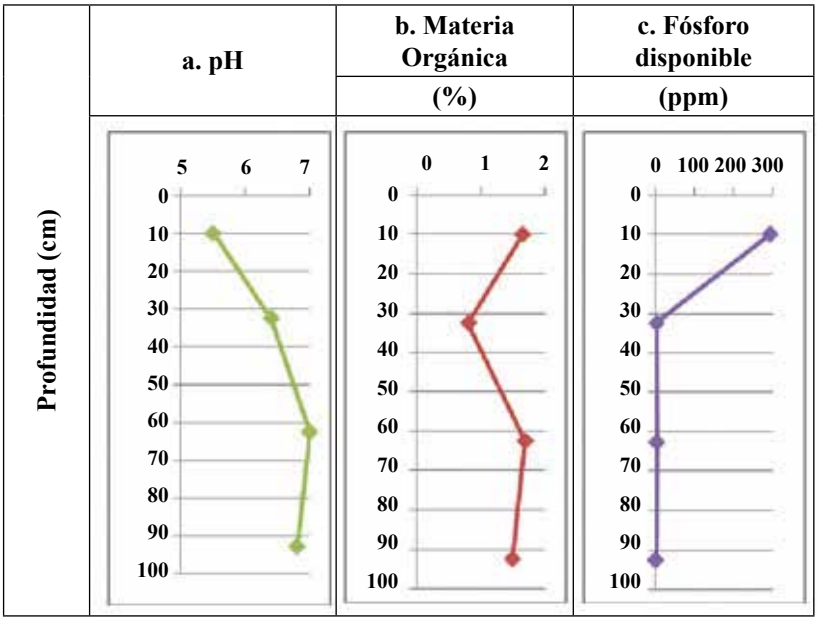


Figura 4.40 Características químicas según la profundidad: a. pH; b. materia orgánica y c. Fósforo disponible PM 031007

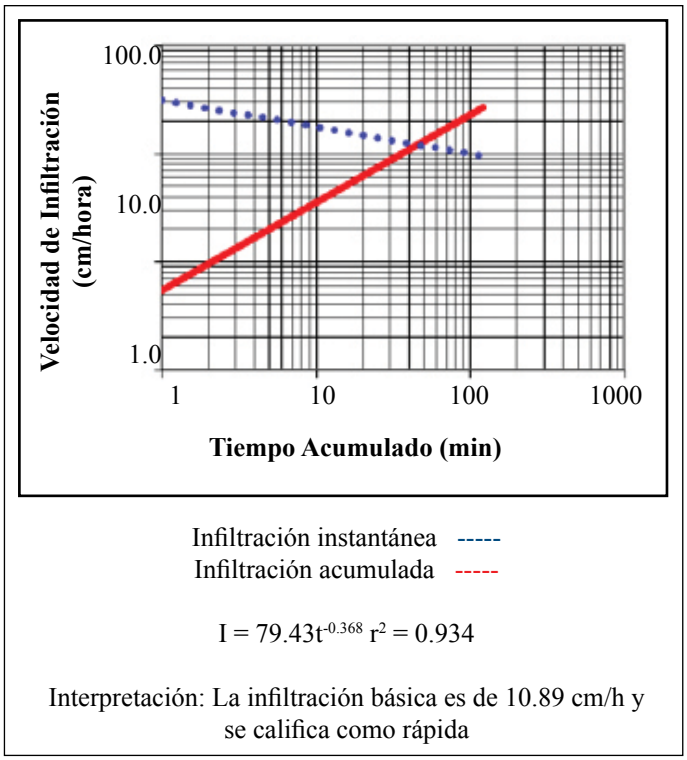


Figura 4.41 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "rápida", resultado de las pruebas hidrodinámicas realizadas para el perfil modal 031007

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.39 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil de medio desarrollo del tipo A – B - C donde el horizonte A presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El horizonte B, presenta color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa y arcillo limosa, estructura en bloques subangulares medios y gruesos, débiles, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El horizonte C es de color pardo amarillento oscuro presenta una textura arcillosa, sin estructura (masiva), consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica. Como se observa en el Cuadro 4.42 la porosidad total es baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en todos los horizontes, la humedad aprovechable es muy baja en el perfil.

Como se muestra en el Cuadro 4.43 y Figura 4.40, la reacción del suelo varía de fuertemente ácida a neutra; la capacidad de intercambio de cationes y la saturación de bases es media; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con respecto a los cationes, el Potasio y el Calcio poseen altos valores; el Magnesio es bajo; el contenido de Fósforo disponible es alto en el primer horizonte y bajo en los restantes horizontes (posible fertilización previa a la toma de muestras). Presenta baja retención fosfórica.

Con respecto a los micronutrientes, el Hierro posee altos valores en el primer horizonte y medio en los restantes; el Cobre presenta valores medios y el Zinc y Manganeso, bajos valores. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen las condiciones de fertilidad del suelo como alta. Como puede observarse en la Figura 4.41, la infiltración de agua en el perfil es rápida.



Los resultados del análisis mineralógico (de las fracciones arcilla y arena), presentados en el Cuadro 4.44, indican un porcentaje muy alto de materiales amorfos (no cristalinos) en la fracción arcillosa. En las arenas dominan ampliamente los feldespatos sobre los demás minerales. El diópsido presenta valores mayores al 12% y los minerales de hierro (hematita y magnetita), valores mayores al 3%. El vidrio volcánico presenta valores mayores al 3%. Lo anteriormente comentado está acorde con los materiales parentales de los suelos, con su grado evolutivo y fertilidad.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos profundos, bien drenados, de baja a alta saturación de bases y media a alta capacidad de intercambio catiónico, con intergrados ándicos ya que son derivados de ceniza volcánica, de texturas moderadamente finas sobre finas, con dominio de materiales no cristalinos en la fracción arcillosa, la temperatura del suelo es isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las limitantes principales para estas tierras son: pendientes que van de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), es de vocación agrícola y por lo tanto, es apta para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

La fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), es de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que es apta para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Estos suelos necesitan prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía y la intensidad de las mismas, está en función del aumento de la pendiente. En la fase de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso es factible la hechura de terrazas. En las tierras de la fase de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta.

En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal al suelo.

En las actividades agrícolas y agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Zinc y Manganeso. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a las texturas moderadamente finas que poseen, necesitan láminas de mayor volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, bien sea por aspersión o goteo.



Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSLd1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-3, por lo que son tierras de vocación agrícola. La fase MSLe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.21 Consociación Finca San José Yalú (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza, amórfica, isotérmica; perfil modal 030406; símbolo MSM

La Consociación Finca San José se encuentra a inmediaciones del poblado San José el Yalú del municipio de Sumpango. Abarca una extensión de 34 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 1,001a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 16.0 °C, precipitación anual media de 1,300 mm y altitud media de 1,678 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino *(Quercus* spp.*),* pino triste *(Pinus pseudostrobus),* pino de ocote *(Pinus montezumae),* ciprecillo de comitán *(Juniperus comitana),* ilamo *(Alnus jorullensis),* capulín *(Prunus capulli),* madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Según la Figura 4.42 los tipos predominantes de cobertura vegetal es bosque natural y el uso de la tierra es agricultura.

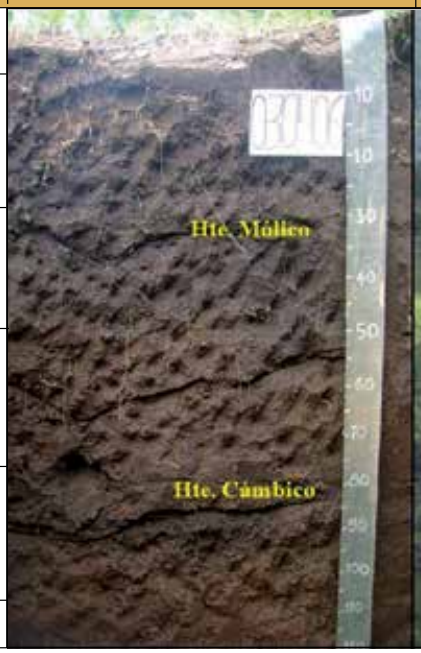
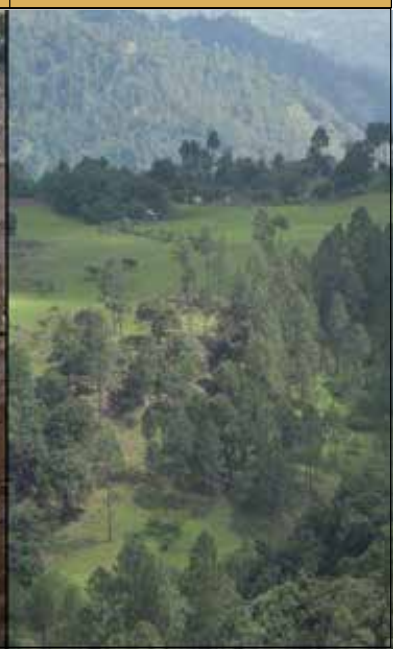
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.1	00		
A2 Arcillosa Gris muy oscuro pH 6.3	30		
Bw1 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 7.0	50		
Bw2 Arcillosa Pardo oscuro a pardo pH 7.1	80		
	120x		

Figura 4.42 Perfil modal del Andic Haplustolls (030406) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), correspondiente al paisaje de montaña volcano-erosional en un tipo de relieve de mesa.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Andic Haplustolls, familia ceniza, amórfica, isotérmica (PM 030406), en un 90%, el 10% de la superficie de la unidad está ocupada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Finca San José Yalú, presenta la siguiente fase:

- **MSMc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (34 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030406

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030406:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Finca San José Yalú
Símbolo		MSM
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza, amórfica, isotérmica**
Localización Geográfica		
	Departamento	Sacatepéquez
	Municipio	Sumpango Sacatepéquez
	Aldea	San José El Yalú
	Caserío, sector, sitio, finca	Área de pastizales de la finca San José Yalú
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 473533
		Latitud (Y): 1625926
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8433
	Línea de vuelo No.	219
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Mesa
	Forma del terreno	Plano de mesa
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,674 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente inclinado
	Rango de la pendiente	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm.
	Temperatura promedio anual	16.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.3 °C.



Drenaje	**Interno**	Moderado
	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**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		02-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (2%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
30 – 50 cm A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; frecuentes 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
50 – 80 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, muy finos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite claro y ondulado.
80 – 120x cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares, gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, muy finos, irregulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos, químicos y mineralógicos.

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030406

Cuadro 4.45 Resultados de los análisis físicos del perfil 030406

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
0-30	0.97	1.3	54.95	18.03				11.93	17.06	8.33	25.38
30-50	1.17	1.28	55.10	16.73				11.33	5.98	2.61	8.59
50-80	0.93	1.19	53.00	17.85				14.7	14.49	7.36	21.85

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-30	6.10
30-50	5.40
50-80	3.15

Cuadro 4.46 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030406

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	49.37	32.80	17.83	F	FAr	2.00	6.1	1.65	3.14				21.75	6.65	Media
30-50	58.57	29.92	11.51	FA	Ar	2.00	6.3	0.89	1.70				5.34		
50-80	55.94	20.69	23.37	FArA	Ar		7.0	0.57	1.09				5.27		
80-120	56.30	15.21	28.50	FArA	Ar		7.1	0.41	0.78				1.00		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-30	13.50	8.75	4.75	8.75	6.33	1.93	0.29	0.20		46.87	14.28	2.18	1.48	
30-50	15.50	9.16	6.34	9.16	6.93	1.84	0.16	0.24		44.70	11.85	1.03	1.53	
50-80	17.50	10.36	7.14	10.36	7.49	2.09	0.49	0.29		42.79	11.92	2.82	1.64	
80-120	12.00	11.20	0.80	11.20	7.46	2.87	0.44	0.42		62.20	23.93	3.65	3.51	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-30	64.82	2.96	2.70	35.20	7.00	21.2			
30-50	59.10	2.92	0.82	36.30	2.40	22	0.38	1.50	
50-80	59.17	3.70	0.80	19.40	4.30	21.9			
80-120	93.30	1.84	0.92	15.50	13.80				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.47 Resultados del análisis mineralógico del perfil 030406

Especies minerales presentes en la fracción arcilla	Profundidad (cm)			
	0-30	30-50	50-80	80-120
Material no cristalino	++++	++++	++++	++++
Haloisita	+	++	++	++
Feldespatos	+	++	++	+
Intergrados 2:1-2:2	_	_	_	_

Especies minerales presentes en la fracción arena	Profundidad (cm)			
	0-30	30-50	50-80	80-120
Feldespatos	62%	73%	55%	58%
Vidrio volcánico	6%	7%	5%	4%
Hornblenda	2%	2%	3%	9%
Hiperstena	7%	2%	11%	7%
Diópsido	7%	4%	9%	7%
Magnetita	7%	6%	13%	5%
Hematita	6%	5%	2%	4%
Fragmentos de toba	3%	1%	2%	5%
Granos alterados	Tr	Tr	Tr	tr
Biotita	Tr	Tr	_	tr
Lamprobolita	Tr	Tr	Tr	1%
Fitolitos	Tr	Tr	_	tr
Rutilo	_	_	Tr	tr
Circón	_	_	_	_

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	?

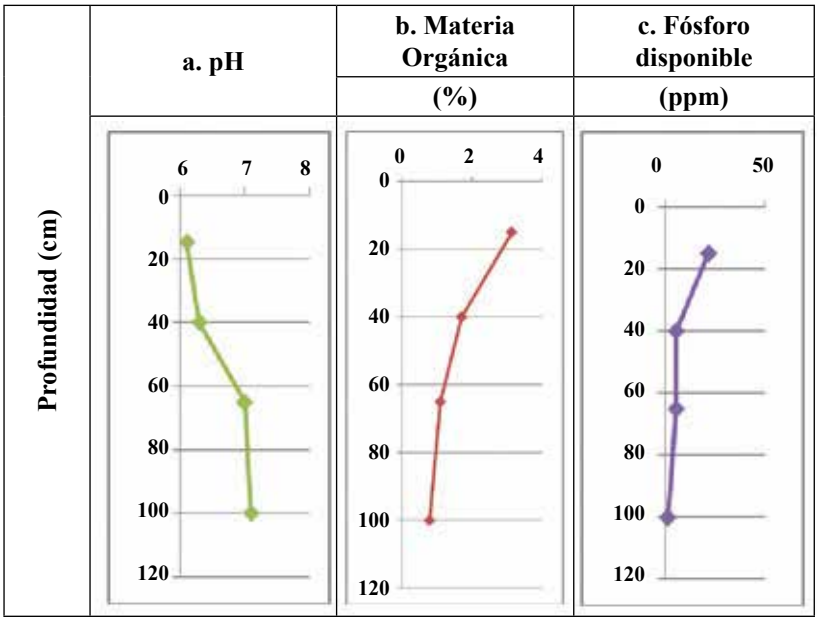
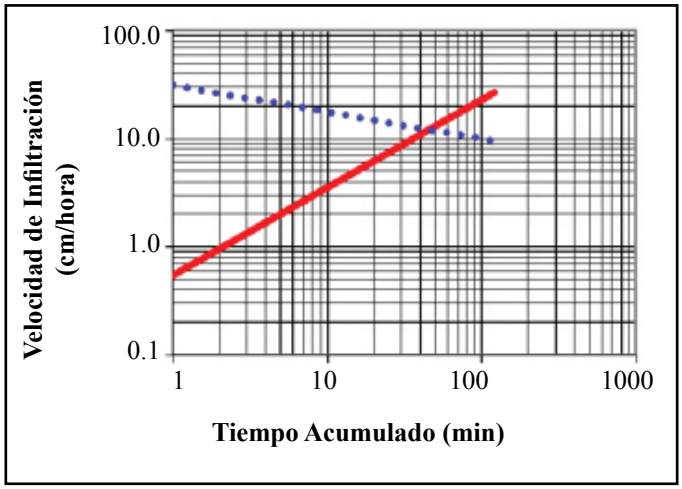


Figura 4.43 Características químicas en función de la profundidad: a. pH; b. materia orgánica y c. Fósforo disponible. PM 030406



Infiltración instantánea -----
Infiltración acumulada -----

$I = 31{,}18\ t^{-0.25}$ $r^2 = 0.92$

Interpretación: La infiltración básica es de 8.9 cm/h y se califica como moderadamente rápida.

Figura 4.44 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderadamente rápida" según las pruebas hidrodinámicas realizadas en los suelos de la consociación Finca San José. PM 030406

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

El suelo presenta un perfil moderadamente evolucionado, de tipo A – B, tal como se muestra en la Figura 4.42; donde el horizonte A se subdivide en Ap y A2, de color pardo grisáceo muy oscuro a gris muy oscuro, textura franco arcillosa y arcillosa, estructura en bloques angulares medios y moderados, consistencia en húmedo friable. El horizonte B se encuentra dividido en un Bw1 y Bw2, de color pardo amarillento oscuro a pardo oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques angulares medios y moderados, y de consistencia friable. Como se observa en el Cuadro 4.45 la porosidad total es baja en todo el perfil, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja en todo el perfil.

Como se muestra en el Cuadro 4.46 y Figura 4.43, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra y aumenta los valores de pH con la profundidad, la capacidad de intercambio de cationes es media en todo el perfil; la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es medio en el horizonte Ap y bajo en los horizontes A2 y Bw.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta altos valores; el Magnesio y el Potasio presentan valores medios. El contenido de Fósforo disponible es alto en el horizonte Ap y bajo en el resto. Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta altos valores; el Cobre presenta medios valores; el Manganeso presenta valores medios en los primeros horizontes y bajos en los restantes horizontes y el Zinc, presenta bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

Los análisis mineralógicos en la fracción arcilla, Cuadro 4.47, evidencian la dominancia de materiales no cristalinos, con presencia de haloisita y feldespatos; los dos primeros constituyen una secuencia lógica en la evolución genética de estos suelos. En la fracción arena los feldespatos constituyen los minerales más abundantes, seguidos de piroxenos, vidrio volcánico y minerales férricos (hematita y magnetita). Como en suelos previos, ello se vincula con la composición de los piroclastos, con su grado de evolución y con el aporte de elementos al medio.

Según la Figura 4.44, la infiltración de agua en el perfil es de 8.9 cm/h y se califica como moderadamente rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos suelos tienen un horizonte superficial grueso y oscuro, de texturas moderadamente finas sobre finas, contenidos de materia orgánica con niveles de medios a bajos, con saturación de bases alta y media en capacidad de intercambio catiónico en todo el perfil, presentan régimen de humedad ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año y temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las principales limitantes de estos suelos son: erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) es de vocación agrícola y por lo tanto, es apta para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Estos suelos necesitan prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía y deben establecerse prácticas, tales como la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel y establecer barreras vivas. Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos.

Es necesario incorporar en forma constante materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas finas que poseen necesitan láminas de mayor volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, bien sea por goteo o aspersión.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSMc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-2, por lo que son tierras de vocación agrícola.

Para conocer los cultivos que se adaptan a esta fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.1.22 Grupo Indiferenciado Río San Joaquín (ordenes Molisol e Inceptisol): Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica (perfil modal 030808) y Typic Dystrustepts, familia francosa fina sobre francosa, activa, isotérmica (perfil modal 040710); símbolo MSN

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del poblado San José y la granja El Encinal del municipio de San Lucas Sacatepéquez; poblado Mashul del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, del departamento de Sacatepéquez. Abarca una extensión de 493 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.1°C, precipitación anual media de 1,167 mm y una altitud media de 2,015 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Según la Figura 4.45, muestra que la cobertura vegetal es bosque mixto (*pino y encino*).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), ligeramente escarpadas (25-50%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional, relieve de cañones y cañadas.

La unidad cartográfica está representada por el suelo Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica (PM 030808) en un 60% de la superficie y el suelo Typic Dystrustepts, familia francosa fina sobre francosa, activa, isotérmica (PM 040710) en un 40% de la superficie.

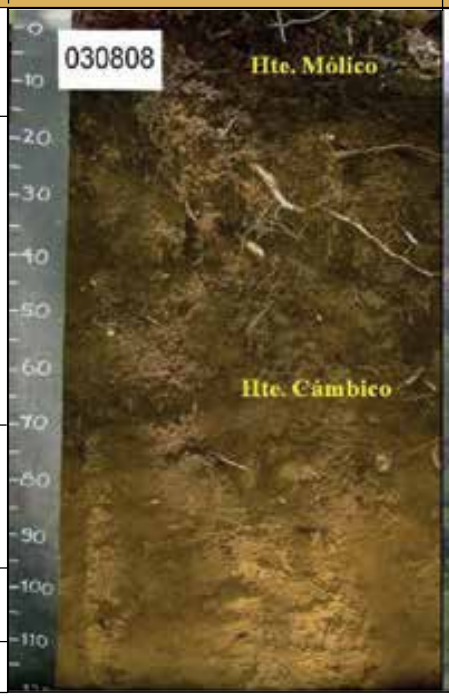
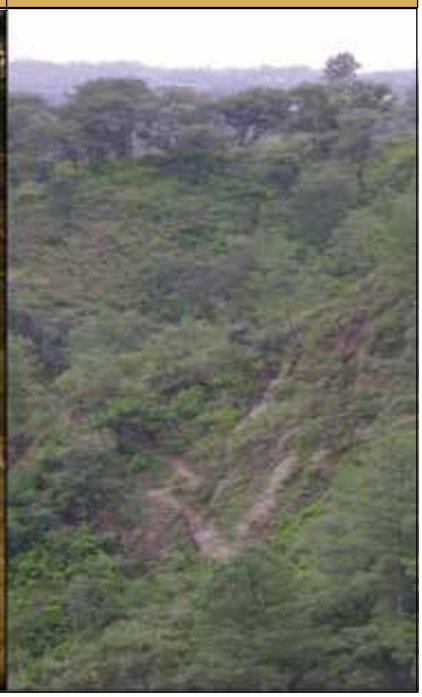
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franca Gris muy oscuro pH 7.0	00		
Bw1 Franco arcillo arenosa Pardo oscuro pH 6.3	15		
Bw2 Franco arcillo limosa Pardo amarillento pH 6.5	70		
C Franco arcillo limosa Pardo pálido pH 5.5	120 140x		

Figura 4.45 Perfil modal del Andic Haplustolls (030808) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: G. Bonilla, 2009)

Los suelos Typic Dystrustepts, familia fancosa fina sobre francosa, activa, isotérmica (PM 040710) fueron identificados en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010) y posee las siguientes características: suelos superficiales; bien drenados; de texturas medias; alta saturación de bases; media a alta capacidad de intercambio de cationes; materia orgánica baja en todo el perfil; reacción moderadamente ácida a neutra; fertilidad natural alta; erosión ligera y pendientes moderadamente escarpadas.

Morfológicamente presentan un perfil moderadamente evolucionado de tipo A-Bw-C, donde el horizonte A es de color pardo amarillento oscuro, de textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, finos débiles, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El segundo horizonte es un B de color pardo amarillento oscuro, de textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El tercero es el horizonte C de color en húmedo pardo oscuro a pardo, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo muy firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica, son suelos limitados para la producción, que poseen cobertura de bosque natural mixto. Ver detalles en el anexo B del presente documento o bien ver el documento MAGA-IGAC, 2010.

El Grupo Indiferenciado Río San Joaquín, presenta las siguientes fases:

- **MSNd3:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión severa (41 ha).
- **MSNe3:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión severa (238 ha).
- **MSNg3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa (214 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030808

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030808:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo indiferenciado Río San Joaquín
Símbolo		MSN
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Magdalena Milpas Altas
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	50 m de la carretera, cerca del río
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 481990
		Latitud (Y): 1608442
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7824
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,045 msnm.



Relieve	**Clase**	Fuertemente escarpada
	Rango de la pendiente	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,200 mm.
	Temperatura promedio anual	15°C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	15.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Muy rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
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**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Ciprés, pino, encino, roble
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		16-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 15 cm A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (2%), irregular, alteración mediana, 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, tubulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
15 – 70 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (1%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
70 – 120 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y gruesos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite abrupto y plano.
120 – 140x cm C	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, muy finos y finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.5, reacción fuertemente ácida.



B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 030808:

Cuadro No. 4.48 Resultados de los análisis físicos del perfil 030808

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	0.97	1.13	89.72	24.82				11.02	10.24	3.92	14.16
15-70	0.98	1.08	98.73	22.15				7.48	7.18	2.08	9.26

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-15	13.80
15-70	14.67

Cuadro No. 4.49 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030808

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	32.62	63.17	4.21	FL	F	2.00	7.0	4.88	9.28				6.12	7.89	Alta
15-70	33.89	59.66	6.44	FL	FArA	1.00	6.3	1.14	2.16				7.40		
70-120	33.39	50.11	16.50	FL	FArL		6.5	0.93	1.76				4.27		
120-140	43.60	45.53	10.87	F	FArL										

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-15	25.00	27.15		27.15	14.22	11.66	0.93	0.34		56.90	46.64	3.73	1.35	
15-70	22.00	10.97	11.03	10.97	6.87	3.33	0.52	0.25		31.24	15.14	2.34	1.13	
70-120	23.50	18.48	5.02	18.48	6.71	9.81	1.40	0.56		28.56	41.74	5.94	2.38	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-15	SAT	1.10	2.48	52.30	4.00	12.1		
15-70	49.85	2.16	0.64	36.30	2.40	11.8	0.84	1.20
70-120	78.62	2.68	0.74	37.20	10.20	27.3		

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



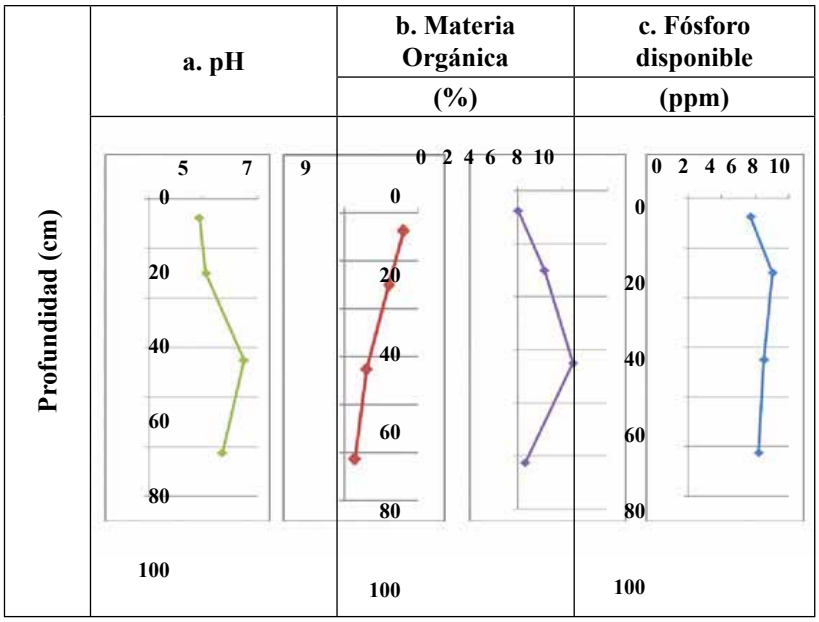


Figura 4.46 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. Fósforo disponible. PM 030808

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.45 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A – B – C, donde el horizonte A presenta un color gris muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El segundo horizonte es un B dividido en Bw1 y Bw2 de color pardo oscuro a pardo amarillento, textura franco arcillo arenosa y franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, moderados, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El horizonte C es de color pardo pálido, textura franco arcillo limosa, sin estructura (masiva), consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica. Como se observa en el Cuadro 4.48 la porosidad total es baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en los horizontes; la humedad aprovechable es baja en el perfil.

Como se muestra en el Cuadro 4.49 y Figura 4.46, la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente ácida; la capacidad de intercambio de cationes y la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y bajo en los demás horizontes. Con respecto a los cationes, el Calcio, el Magnesio y el Potasio presentan altos valores. El contenido de Fósforo disponible es bajo y baja retención fosfórica. Con referencia a los micronutrientes, el Hierro presenta altos valores, el Cobre valores medios y el Zinc y Manganeso valores bajos. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen la fertilidad del suelo como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos profundos, bien drenados, de texturas medias, con alta capacidad de intercambio de cationes y saturación de bases. Temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22°C), fertilidad química alta.

Las principales limitantes que se encuentran en estos suelos son: pendientes que van desde fuertemente inclinadas (12-25%) a fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%) pero que poseen erosión severa y están ubicados en cañones y cañadas poseen vocación forestal y son aptas para actividades forestales como el manejo productivo de bosques naturales (bajo plan de manejo), reforestaciones y plantaciones forestales. La fase de estos suelos que posee pendientes fuertemente escarpadas (>75%) es de vocación para la conservación de la cobertura forestal y la biodiversidad por lo que deben conservarse sin intervención antrópica

Estos suelos no se pueden mecanizar y debe procurarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía por lo que es importante mantener el sotobosque. Asimismo, en la fase forestal las actividades deben realizarse bajo planes de manejo incluyendo la adopción de programas de control de incendios forestales. En las áreas con erosión severa debe promoverse la recuperación de la cobertura boscosa. En las plantaciones forestales debe aplicarse materia orgánica (para mejorar aspectos físicos y químicos del suelo), se recomienda realizarlo mediante la incorporación de abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química es necesario incorporar Nitrógeno y Fósforo.

En la fase de conservación debe mantenerse la cobertura boscosa y propiciar la regeneración natural en las áreas con pérdida de la cobertura; asimimismo debe establecerse planes contra incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSNd3 y la fase MSNe3 pertenecen a la clase VII, subclase VII e grupo de manejo VII e-2, son de vocación forestal. La fase MSNg3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y de la biodiversidad en bosques de cañones y cañadas

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada fase, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.23 Consociación Valle Primavera (orden Molisol): Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; perfil modal 030404; símbolo MSO

La Consociación Valle Primavera se encuentra en los alrededores de la finca Las Flores y el caserío Valle Primavera del municipio de Sumpango. Posee una extensión de 17 hectáreas.



Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrío húmedo” (Código S) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 16.0°C, precipitación anual media de 1,184 mm y una altitud media de 1,910 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ciprecillo de comitán *(Juniperus comitana)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Según la Figura 4.47, muestra que la cobertura vegetal y el uso de la tierra es agrícola.

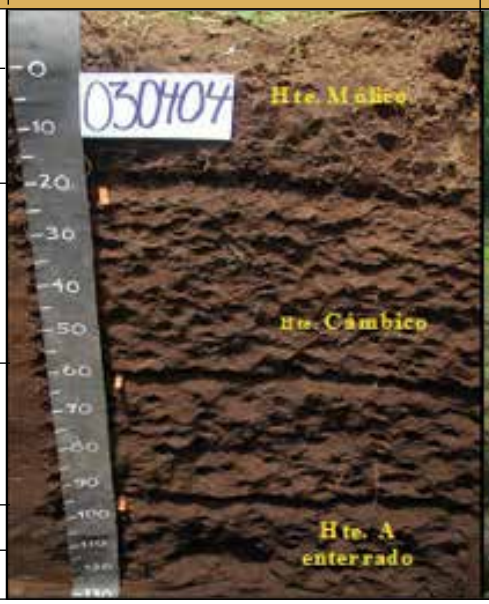
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillo arenosa Gris muy oscuro pH 6.1	00		
Bwl Franco arenosa Pardo amarillento muy oscuro pH 6.6	21		
Bw2 Franco arcillo arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.0	60		
Ab Franco arenosa Pardo muy oscuro pH 7.1	98 130x		

Figura 4.47 Perfil modal del Fluventic Haplustolls (030404) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: G. Bonilla, 2,009)

Los suelos de esta unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) en plano aluvio-coluvial de vallecito del paisaje montaña volcano-erosional.

El suelo que compone a esta unidad cartográfica es Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica, en un 90% (PM 030404), el 10% restante de la superficie está conformado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Valle Primavera presenta la siguiente fase:

- **MSOb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (17 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030404

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030404:



Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Valle Primavera
Símbolo		MSO
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Sumpango Sacatepéquez

	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Las Flores
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 472761
		Latitud (Y): 1621243
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7081
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Plano aluvio – coluvial
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluvio – coluviales
Altitud		1,915 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente inclinada
	Rango de la pendiente	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,210 mm.
	Temperatura promedio anual	16 .0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Arveja
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Deysi Amarilis Yoc Pérez
Fecha de descripción		02-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 21 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco 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 medianos y gruesos, tubulares e irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.



21 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento muy oscuro (10YR3/4) y pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2), frecuentes (15%); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, muy finas y finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y plano.
60 – 98 cm Bw2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) y pardo amarillento muy oscuro (10YR3/4), frecuentes (20%); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; 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 7.0, reacción neutra; límite claro y plano.
98 – 130x cm Ab	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, vesiculares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas y muertas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030404

Cuadro 4.50 Resultados de los análisis físicos del perfil 030404

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	1.05	1.24	44.68	18.10				11.73	9.12	6.21	15.32
21-60	1.06	1.52	46.57	15.02				10.71	20.50	9.76	30.26

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-21	6.37			
21-60	4.31			

Cuadro 4.51 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030404

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-21	64.81	15.04	20.15	FArA	FAr		6.1	1.89	3.59				117.27	7.24	Alta
21-60	63.13	26.2	10.67	FA	FArA		6.6	0.88	1.67				5.58		
60-98	60.89	16.95	22.16	FArA	FArA		7.0	0.67	1.27				6.48		
98-130	59.84	28.66	11.5	FA	FArA		7.1	0.88	1.67				16.04		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-21	20.50	14.75	5.75	14.75	11.71	2.44	0.36	0.24		57.12	11.90	1.76	1.17	
21-60	14.00	10.47	3.53	10.47	8.42	1.77	0.06	0.22		60.14	12.64	0.43	1.57	
60-98	9.50	8.52	0.98	8.52	6.26	1.52	0.53	0.21		65.89	16.00	5.58	2.21	
98-130	14.50	8.56	5.94	8.56	6.02	1.68	0.62	0.24		41.52	11.59	4.28	1.66	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0-21	71.95	2.68	2.88	42.00	21.80
21-60	74.79	2.64	1.14	27.00	4.00
60-98	89.68	2.42	1.14	23.10	1.70
98-130	59.03	2.28	0.76	23.40	2.20

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

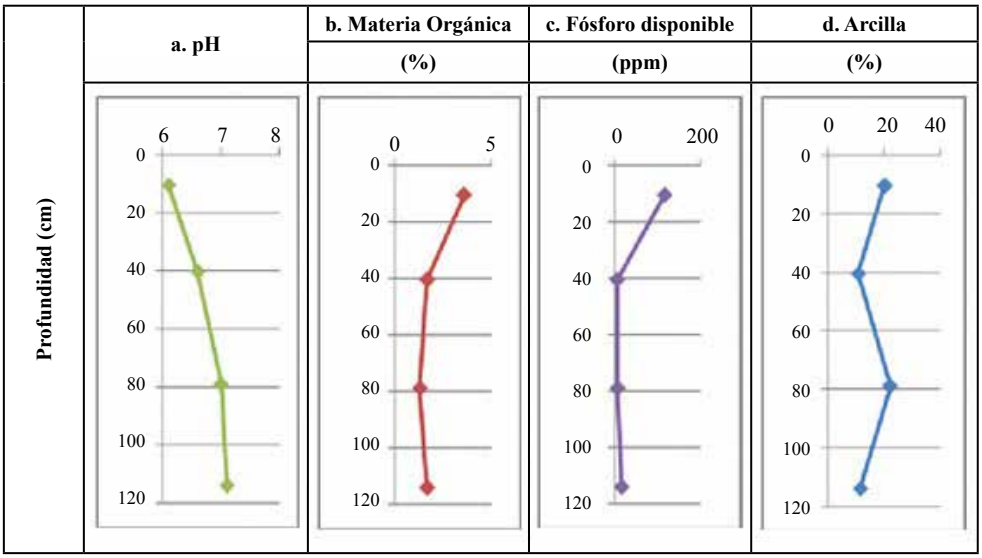


Figura 4.48 Características físicas y químicas, según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica; c. Fósforo disponible y d. arcilla. PM 030404

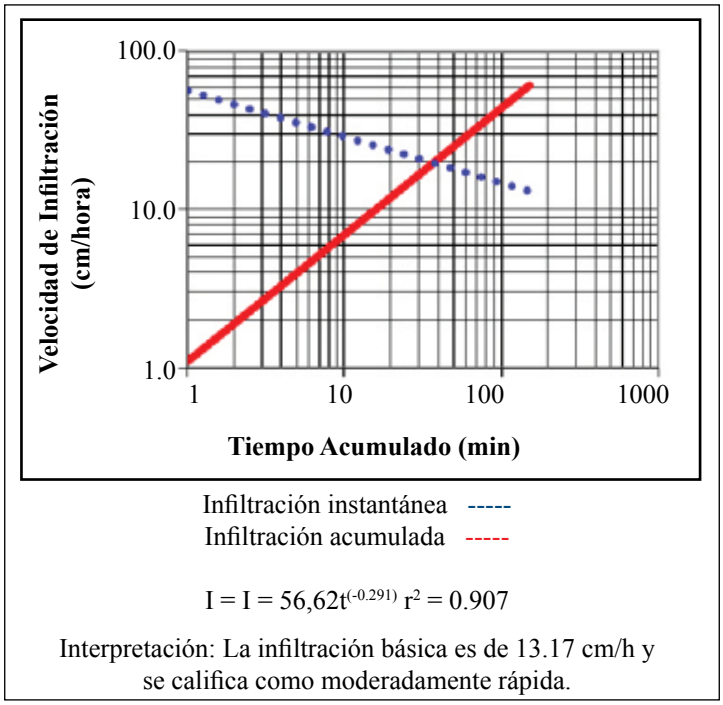


Figura 4.49 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderadamente rápida" para las pruebas hidrodinámicas realizadas en los suelos de la Consociación Valle Primavera. PM 030404

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como puede observarse en la Figura 4.47 y en la descripción del perfil, el suelo presenta un perfil medianamente evolucionado, ya que tiene una secuencia de horizontes A-B. El primer horizonte es un Ap de color gris muy oscuro, con textura franco arcillo arenosa, cuya estructura presenta bloques subangulares finos, medios y débiles con consistencia friable. Se observa el horizonte B, subdividido en Bw1 y Bw2 de color pardo amarillento muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa y franco arcillo arenosa. La estructura de estos horizontes es en bloques subangulares medios, moderados y finos, débiles y de consistencia friable. Estos horizontes se sobreponen a un horizonte enterrado Ab, de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, sin estructura (masivo). Como puede observarse en el Cuadro 4.50, la porosidad total es baja a media, domina la macroporosidad a la microporosidad y con humedad aprovechable muy baja en todos los horizontes.

Al observar el Cuadro 4.51 y la Figura 4.48, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, se observa el aumento del valor de pH al aumentar la profundidad. La capacidad de intercambio de cationes varía de alta a baja y la saturación de bases es alta, el contenido de materia orgánica es bajo.

Respecto a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan valores altos; el Magnesio, valores medios. El Fósforo se encuentra en altas cantidades en el primer horizonte, mientras que los horizontes subyacentes lo presentan en cantidades bajas.

Con referencia a los micronutrientes, el Hierro presenta valores altos, el Manganeso presenta valores altos en el primer horizonte y bajo en los demás. El Cobre presenta valores medios y bajos el Zinc. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Como puede observarse en la Figura 4.49, la infiltración del agua en el perfil se califica como moderadamente rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con horizonte superficial grueso y oscuro, bajo en materia orgánica, han sido formados por materiales arrastrados por corrientes de agua, por lo que presentan decrecimiento irregular de la materia orgánica a lo largo del perfil, poseen abundantes bases, presentan régimen de humedad ústico y permanecen secos por más de 90 días consecutivos, son de texturas moderadamente gruesas, la temperatura edáfica es isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Estos suelos presentan las siguientes limitaciones: erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.



Estas tierras poseen vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para la agricultura intensiva con cultivos de diferentes ciclos. Para minimizar la erosión hídrica se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos como la siembra al contorno según curvas de nivel y establecer barreras vivas. Se debe laborear en forma liviana para evitar la destrucción de la estructura y minimizar la erosión eólica, también se recomienda establecer barreras contravientos.

Es necesario agregarle en forma constante materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, para ello se recomienda aplicar abonos orgánicos e incorporar restos de cosecha. Respecto a la fertilización química requieren Nitrógeno y Fósforo. Como micronutrientes requieren Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por su textura moderadamente gruesa debe regarse con caudales menores y frecuentes aplicaciones, bien sea por gravedad, por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSOb1, pertenece a la clase II, subclase II pes y grupo de manejo II pes-1, por lo que son tierras de vocación agrícola para cultivos intensivos.

Para conocer los cultivos que se adaptan a la fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.24 Consociación Villa Innsbruck (orden Molisol): Cumulic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica; perfil modal 030605; símbolo MSP

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de la colonia denominada Villas Innsbruck del municipio de Santiago y en áreas de Santo Domingo Xenacoj y Sumpango, departamento de Sacatepéquez. Posee una extensión de 112 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 16.0°C, precipitación anual media de 1,216 mm y una altitud media de 1,785 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ciprecillo de comitán *(Juniperus comitana)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Según la Figura 4.50, muestra que el uso predominante de la tierra es agrícola.

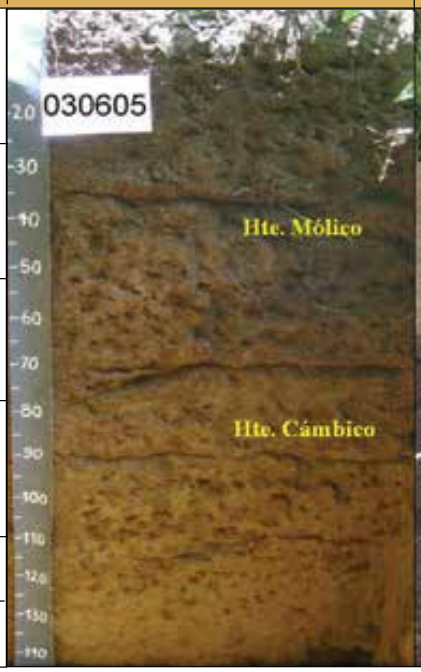
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco limosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 5.0	00		
A2 Franco arcillo limosa Pardo oscuro pH 6.9	30		
Bw1 Franca Pardo oscuro a pardo pH 6.8	70		
Bw2 Franco limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.1	90		
C Franco limosa Pardo amarillento oscuro pH 7.0	115 140x		

Figura 4.50 Perfil modal del Cumulic Haplustolls (030605) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: M. Tum, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), a moderadamente inclinadas (7-12%), en el paisaje montaña volcano-erosional y en un tipo de relieve de vallecito.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Cumulic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica; (PM 030605), en un 90% del área, el 10% restante está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Villa Innsbruck presenta las siguientes fases:

- **MSPb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (67 ha).
- **MSPc1:** fase pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (45 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030605

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030605:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Villa Innsbruck
Símbolo		MSP
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Cumulic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santiago Sacatepéquez
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	A orillas de lotificación
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 476265
		Latitud (Y): 1621020
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7084
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Plano aluvio-coluvial
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales
Altitud		1,811 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente inclinado
	Rango de la pendiente	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,170 mm.
	Temperatura promedio anual	16 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.6 °C.



Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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	90 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra, maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de material compactado
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto, Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		17-09-09

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, 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 5.0 reacción muy fuertemente ácida; límite gradual y plano.
30 – 70 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9 reacción neutra; límite gradual y ondulado.
70 - 90 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; 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 6.8 reacción neutra; límite gradual y ondulado.
90 – 115 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, fuerte; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; 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 6.1 reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
115 – 140x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0 reacción neutra.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos del perfil 030605

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030605

Cuadro 4.52 Resultados de los análisis físicos del perfil 030605

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
0-30	1.06	1.25	73.76	21.28				9.77	10.81	4.39	15.20
30-70	0.95	1.21	94.23	26.46				21.39	15.45	6.03	21.49

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	11.51			
30-70	5.07			

Cuadro 4.53 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030605

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	32.72	53.23	14.06	FL	F		5.0	0.85	1.62				46.60		
30-70	12.54	56.23	31.23	FArL	FAr		6.9	0.88	1.67				7.21		
70-90	36.17	45.90	17.94	F	Ar		6.8	0.82	1.56				1.49	6.82	Alta
90-115	38.44	50.03	11.53	FL	ArA		6.1	0.66	1.25				0.24		
115-140	34.65	51.79	13.56	FL	Ar		7.0	0.36	0.69				5.43		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-30	15.00	7.89	7.11	7.79	4.97	1.97	0.60	0.25	0.10	33.12	13.11	3.99	1.69	1.27
30-70	29.50	15.07	14.43	15.07	10.07	3.74	0.38	0.88		34.14	12.67	1.30	2.97	
70-90	25.50	14.83	10.67	14.83	9.40	4.12	0.36	0.95		36.86	16.15	1.42	3.71	
90-115	21.50	13.28	8.22	13.28	8.23	3.59	0.42	1.03		38.29	16.71	1.96	4.79	
115-140	22.50	14.40	8.10	14.40	8.72	3.92	0.50	1.27						

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-30	51.91	4.40	1.16	61.40	3.90	20.3			
30-70	51.09	2.74	2.04	35.80	7.20	17.06	0.33	0.62	
70-90	58.14	3.28	1.02	24.00	2.60	18.05			
90-115	61.75	1.96	0.58	15.60	2.10				
115-140	64.02	2.28	1.40	15.20	3.30				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

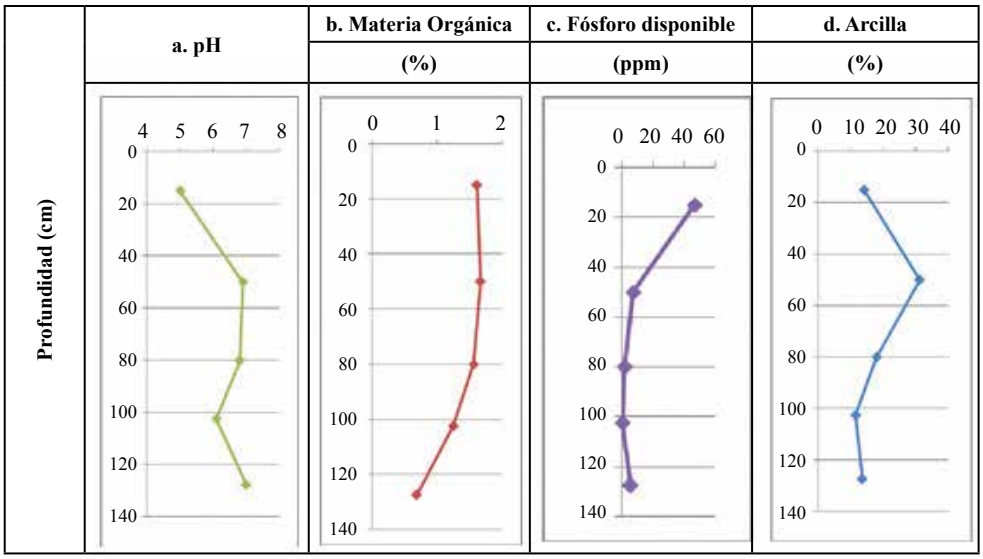


Figura. 4.51 Características químicas y físicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica; c. Fósforo disponible y d. arcilla. PM 030605

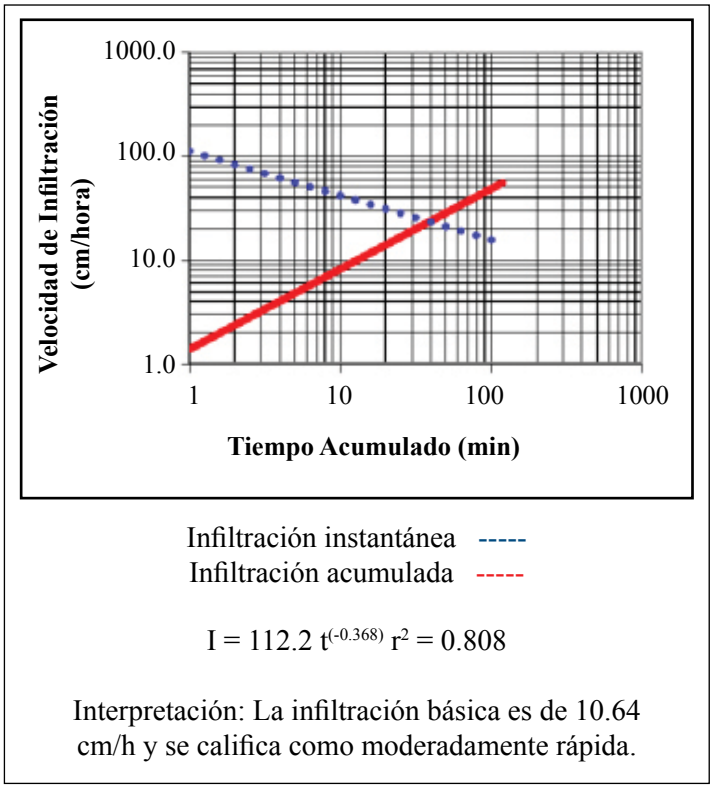


Figura 4.52 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderadamente rápida" de acuerdo con las pruebas hidrodinámicas realizadas para los suelos de la Consociación Villa Innsbruck. PM 030605

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 4.50 y la descripción del perfil, los suelos son moderadamente evolucionados del tipo A - B - C; en donde se observa un horizonte Ap de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles y consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un A2 de color pardo oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, finos, medios, moderados y consistencia en húmedo friable. El tercer horizonte es un Bw1, de color pardo oscuro a pardo, textura franca, estructura de bloques subangulares medios y gruesos, moderados, consistencia en húmedo friable. El cuarto horizonte es un Bw2 de color pardo amarillento oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares, medios, gruesos y de consistencia en húmedo firme. El horizonte C es de textura franco limosa, color pardo amarillento oscuro, sin estructura (masiva).

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.52 la porosidad total es baja domina la macro sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es baja. Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.53 y la Figura 4.51, la capacidad de intercambio de cationes varía de media a alta y la saturación de bases es alta en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con respecto a los cationes, el Calcio, el Magnesio y Potasio presentan altos valores. El Fósforo tiene altos valores en el primer horizonte y bajos valores en los demás, posiblemente debido a fertilizaciones previas a la toma de muestras de suelo, con retención fosfórica baja. Con respecto a los micronutrientes, el Hierro presenta altos valores, el Cobre valores medios y el Zinc y Manganeso, bajos valores.

Como puede observarse en la Figura 4.52, la infiltración de agua en el perfil es moderadamente rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos moderadamente profundos, bien drenados, con alta saturación de bases. El horizonte superficial es grueso y oscuro, bajo en materia orgánica, permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año, presentan texturas medias, reacción de muy fuertemente ácida a neutra, fertilidad química alta, temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Estas tierras presentan las siguientes limitaciones: pendientes de ligeramente a moderadamente inclinadas, con un grado de erosión ligero y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estas tierras poseen vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para la agricultura intensiva con cultivos de diferentes ciclos. Para minimizar la erosión hídrica se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos como la siembra al contorno según curvas de nivel y establecer barreras vivas. Se debe laborear en forma liviana para evitar la destrucción de la estructura y minimizar la erosión eólica, también se recomienda establecer barreras contravientos.



Es necesario agregarle en forma constante materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, para ello se recomienda aplicar abonos orgánicos e incorporar restos de cosecha. Respecto a la fertilización química requieren Nitrógeno y Fósforo. Como micronutrientes requieren Zinc y Manganeso. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas medias se debe regar con caudales mayores y aplicaciones espaciadas en el tiempo, bien sea por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSPb1 pertenece a la clase II, subclase II pes y grupo de manejo II pes-1, por lo que son tierras de vocación

agrícola con cultivos intensivos. La fase MSPc1 pertenece a la clase III, subclase III p y grupo de manejo III p-1, tierras de vocación agrícola con cultivos intensivos.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.25 Consociación Los Pinos (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia medial sobre arenosa, isotérmica; perfil modal 030807; símbolo MNA

La Consociación Los Pinos se encuentra aledaña a los poblados Agua Colorada, El Tambor, el cerro El Narizón del municipio de Antigua Guatemala; poblado Las Pitas, loma Las Flores, municipio de Jocotenango; los poblados Matute, Pastores, San Gabriel, así como los cerros El Manzanillo, El Niño, El Portal, El Rodeo y Cerro Pablo del municipio de Pastores; el poblado La Ventanilla municipio de Sumpango Sacatepéquez; poblado Parijuyú, municipio de Santa Catarina Barahona; aldea San Miguel Milpas Altas del municipio de Magdalena Milpas Altas. Abarca una extensión de 2,813 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío subhúmedo" (Código N) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.7°C, precipitación anual media de 873 mm y una altitud media de 2,010 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae*), ciprecillo de comitán *(Juniperus comitana)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Según la Figura 4.53, muestra que la cobertura vegetal está constituida por bosque mixto.

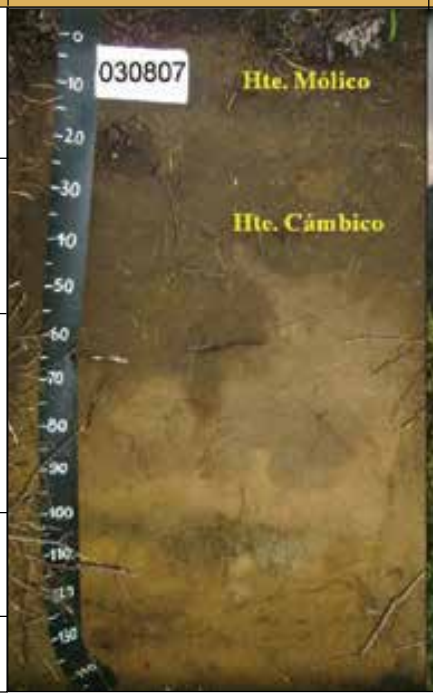
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arcillo arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.7	00		
Bw Franco arenosa Pardo oscuro pH 6.7	25		
C1 Arenosa franca Pardo amarillento oscuro pH 7.2	55		
C2 Arenosa franca Pardo amarillento oscuro pH 7.1	100		
	125x		

Figura 4.53 Perfil modal del Andic Haplustolls (030807) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: M Tum. 2009)

Los suelos de esta unidad, se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%); sobre relieve del tipo filas y vigas, correspondiente al paisaje montaña volcano-erosional.

En la unidad cartográfica se distinguen los suelos Andic Haplustolls, familia medial sobre arenosa, isotérmica (PM 030807) en el 70% del área y la inclusión Pachic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PI 030302) en un 30% de la superficie. Esta inclusión se caracteriza por presentar suelos profundos, con drenaje moderadamente excesivo, texturas medias, fertilidad alta, erosión ligera, con pendientes moderadamente escarpadas, en la que se presenta bosque mixto. Su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

La Consociación Los Pinos, presenta las siguientes fases:

- **MNAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión ligera (621 ha).
- **MNAf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión ligera (1,638 ha).
- **MNAf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión moderada (76 ha).
- **MNAg:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), (478 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030807

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030807:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Los Pinos
Símbolo		MNA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia medial sobre arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Magdalena Milpas Altas
	Aldea	San Miguel Milpas Altas
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Los Pinos
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 479158
		Latitud (Y): 1608272
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7821
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,997 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente escarpado
	Rango de la pendiente	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,005 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo



Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	14.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	125 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		22-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; 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, medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, 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, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
25 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco limosa; 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, medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, 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, reacción neutra; límite claro y ondulado.
55 – 100 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes 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 7.2, reacción neutra; límite gradual y plano.
100 – 125x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, continuos; 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 7.1, reacción neutra.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030807

Cuadro 4.54 Resultados de los análisis físicos del perfil 030807

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
0-25	0.78	1.60	64.1	24.88				14.12	31.36	19.89	51.25
25-55	0.87	1.18	57.2	22.79				13.79	15.80	10.47	26.27

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	10.76
25-55	9.00

Cuadro 4.55 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030807

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	35.02	58.38	6.59	FL	ArA	5.00	6.7	2.90	5.51				0.32	8.36	Alta
25-55	44.08	51.90	4.02	FL	FA	5.00	6.7	2.00	3.80				0.42		
55-100	45.76	50.35	3.90	FA	AF	2.00	7.2	0.92	1.75				0.74		
100-125	52.79	43.82	3.39	FA	AF	15.00	7.1	0.16	0.30				0.16		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	31.67	21.96	9.71	21.96	14.49	5.29	2.10	0.09		45.76	16.69	6.62	0.27	
25-55	26.11	19.16	6.95	19.16	13.63	3.76	1.67	0.10		52.19	14.41	6.39	0.39	
55-100	21.67	19.20	2.47	19.20	13.04	4.46	1.38	0.32		60.18	20.59	6.37	1.46	
100-125	22.22	22.18	0.04	22.18	12.97	6.99	1.30	0.93		58.36	31.47	5.83	4.17	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	69.34	0.65	2.75	11.75	36.90	23.40			
25-55	73.38	1.20	1.25	17.75	32.50	22.30	0.80	1.10	
55-100	88.62	2.60	0.85	33.00	21.55	24.20			
100-125	99.83	1.90	0.75	32.70	6.65				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



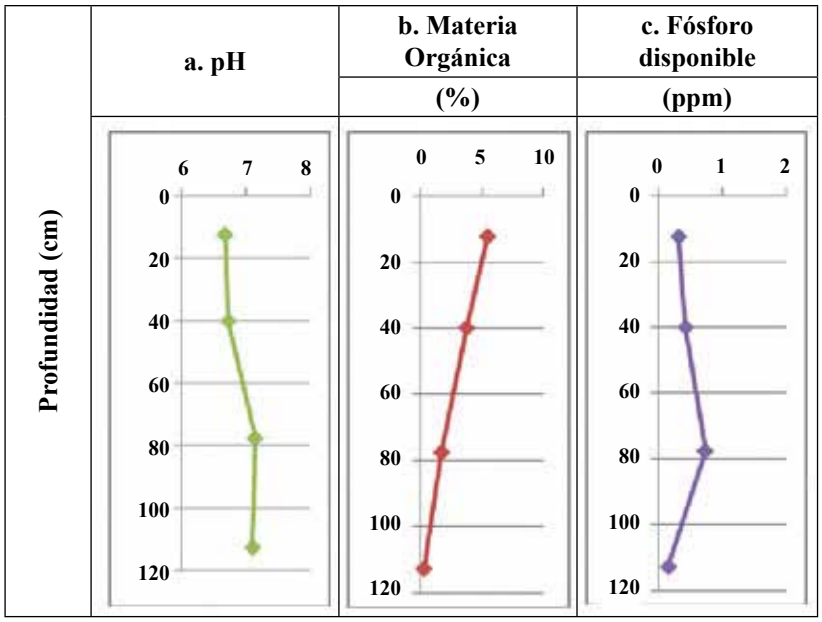


Figura 4.54 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. Fósforo disponible. PM 030807

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se muestra en la Figura 4.53 y en la descripción del perfil, los suelos de la unidad son moderadamente evolucionados del tipo A-B-C. El horizonte A presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles y consistencia en húmedo friable. El horizonte B, presenta un color pardo oscuro, textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles y consistencia en húmedo friable. El tercer horizonte C, tiene color pardo amarillento oscuro y textura arenosa franca, no posee estructura (grano suelto). Como puede observarse en el Cuadro 4.54, la porosidad es alta en el primer horizonte pero disminuye considerablemente en el horizonte Bw, predomina la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable va de baja a muy baja.

En el Cuadro 4.55 y Figura 4.54, se observa que la reacción del suelo es neutra, la capacidad de intercambio de cationes y la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y bajo en los horizontes subyacentes.

Con referencia a los cationes, el Calcio, Magnesio y Potasio poseen altos valores; el Fósforo se encuentra en bajas cantidades y presenta baja retención fosfórica. Entre los elementos menores, el Manganeso presenta altos valores, el Hierro presenta de medio a altos valores y el Cobre y Zinc, bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos profundos, bien drenados, de texturas finas sobre gruesas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, fertilidad química alta. Son suelos minerales, con nivel medio de materia orgánica en el primer horizonte y bajo en los demás, los suelos permanecen secos por más de 90 días consecutivos. La temperatura edáfica es isotérmica (15 y 22 °C.)

Las limitantes principales de estos suelos son: pendientes de ligeramente escarpadas a fuertemente escarpadas, erosión de ligera a moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) es de vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) son de vocación forestal y por lo tanto, son aptas para implementar actividades forestales tales como plantaciones forestales y manejo del bosque natural.

La fase de estos suelos que posee pendientes fuertemente escarpadas (>75%) es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad por lo que deben conservarse sin intervención antrópica.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agroforestal se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta; asimismo establecer fuertes prácticas tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos

Asimismo, en estas tierras debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Necesita riego en la época seca, debido a las texturas medias debe aplicarse caudales de mayor volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, bien sea por aspersión o por goteo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo

En las tierras de vocación forestal se recomienda una cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo posean exposición al impacto de las gotas de lluvia que facilita la erosión hídrica. Asimismo, es recomendable mantener el sotobosque para minimizar la escorrentía. En el caso de plantaciones forestales se recomienda la elaboración de terrazas individuales por planta. A su vez, debe realizarse un plan anual de control de incendios forestales.

En las tierras de conservación de la cobertura forestal y de la biodiversidad es necesario propiciar la regeneración natural, revegetalizar con especies nativas y establecer programas de control de incendios forestales y evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas.



E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MNAe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que su vocación es agroforestal y silvopastoril. Las fases MNAf1 y MNAf2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, son de vocación forestal. La fase MNAg pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada fase, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.26 Consociación El Rejón (orden Inceptisol): Typic Dystrustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; perfil modal 030704; símbolo MNB

La Consociación El Rejón se encuentra en inmediaciones del poblado Buena Vista, la granja Anabella, los cerros El Astillero y Comunal, municipio de San Bartolomé Milpas Altas; los poblados El Tigre, El Pozo del municipio de Santa Catarina Barahona; granjas Luna, Manzanales, San Silvestre, Shangrilá, labor El Carmen y el Astillero Municipal del municipio de Santiago Sacatepéquez; los poblados Tunino, El Rejón, granja Coromoto, cerros El Olvido y San Antonio del municipio de Sumpango. Abarca una extensión de 2,085 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío subhúmedo" (Código N) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14°C, precipitación anual media de 939 mm y una altitud media de 2,074 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste *(Pinus pseudostrobus)*, pino de ocote *(Pinus montezumae)*, ciprecillo de comitán *(Juniperus comitana)*, ilamo *(Alnus jorullensis)*, capulín *(Prunus capulli)*, madrón de tierra fría *(Arbutus xalapensis)* y otros. Según la Figura 4.55, el uso de la tierra es agrícola con cultivos de granos básicos.

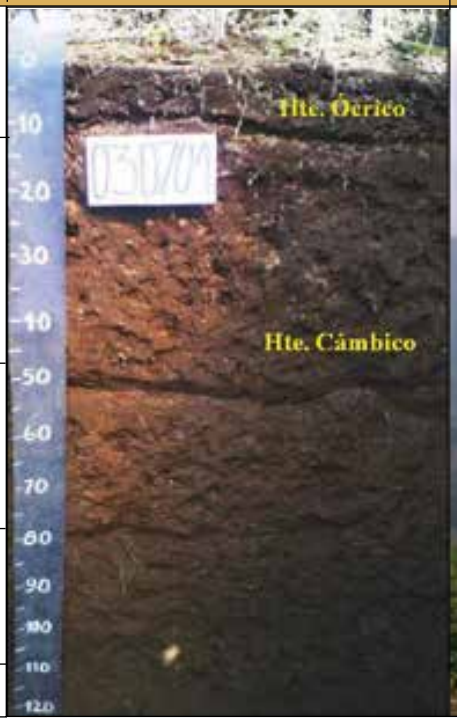
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.8	00		
Bwl Franco arenosa Pardo oscuro pH 7.3	10		
Bw2 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.3	50		
C Franco arenosa Pardo oscuro a pardo pH 7.4	80		
	120x		

Figura 4.55 Perfil modal del Typic Dystrustepts (030704) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: D. Yoc, 2,009)

Los suelos de esta unidad, se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) a moderadamente escarpadas (50-75%), en relieve filas y vigas correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional.

En la unidad cartográfica se distinguen los suelos Typic Dystrustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 030704), presentes en el 80% del área; la inclusión Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PI 030703) se presenta en un 10% de la superficie, se caracteriza por presentar suelos profundos, bien drenados, texturas finas, fertilidad muy alta, erosión ligera, pendientes moderadamente escarpadas, con uso agrícola y forestal con prevalencia de durazno, aguacate y bosque mixto; la otra inclusión corresponde a los suelos Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (PI 030701) en el restante 10% de la superficie, se caracterizan por ser moderadamente superficiales, con drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, fertilidad alta, sin erosión, pendiente ligeramente plana, cubiertos actualmente con bosque mixto. La descripción del perfil de las inclusiones se localiza en el Anexo B.

La Consociación El Rejón, presenta las siguientes fases:

- **MNBe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión ligera (1,668 ha).
- **MNBf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión ligera (235 ha).
- **MNBf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión moderada (182 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030704

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030704:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Rejón
Símbolo		MNB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Dystrustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Bartolomé Milpas Altas
	Aldea	San Mateo
	Caserío, sector, sitio, finca	Cumbre de San Mateo
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 480030
		Latitud (Y): 1614503
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8572
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,248 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75 %



Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	941 mm.
	Temperatura promedio anual	13 °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.	15.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
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	80 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Pera, durazno, manzanilla, maíz, aguacate
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Encino, ciprés
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		28-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 10 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, medianos y gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y fuerte al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro e irregular.
10 – 50 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra; límite claro e irregular.
50 – 80 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y muertas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra; límite claro e irregular.
80 – 120x cm C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa 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 ligeramente plástica; pocos poros, finos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni a al HCl ni al H_2O_2; pH 7.4, reacción ligeramente alcalina.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030704

Cuadro 4.56 Resultados de los análisis físicos del perfil 030704

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
0-10	0.60	1.26	43.44	33.11				16.41	12.45	39.93	52.38
10-50	1.03	1.12	44.53	31.53				19.23	2.35	5.69	8.04
50-80	1.11	1.35	43.07	39.88				17.14	1.32	16.46	17.78

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-10	16.70
10-50	12.30
50-80	22.73

Cuadro 4.57 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030704

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-10	57.63	24.77	17.60	FA	F		6.8	1.52	2.89				0.53	7.71	Alta
10-50	57.67	22.59	19.74	FA	ArA		7.3	0.38	0.72				0.95		
50-80	59.93	28.61	11.46	FA	ArA		7.3	0.86	1.63				0.42		
80-120	54.96	26.9	18.14	FA	ArA	3.00	7.4	0.32	0.61				0.95		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-10	33.33	18.92	14.41	18.92	14.49	2.24	2.16	0.03		43.47	6.73	6.48	0.10	
10-50	30.56	17.87	12.69	17.87	14.28	2.45	0.96	0.19		46.73	8.01	3.14	0.61	
50-80	30.56	17.69	12.86	17.69	13.64	2.69	1.16	0.20		44.64	8.82	3.80	0.64	
80-120	32.22	18.55	13.68	18.55	13.65	3.29	1.43	0.17		42.37	10.21	4.44	0.53	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-10	56.77	1.05	2.15	9.65	33.10				
10-50	58.48	1.90	2.00	10.65	11.75				
50-80	57.90	2.00	2.75	13.05	6.75				
80-120	57.56	3.25	3.45	18.25	4.40				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

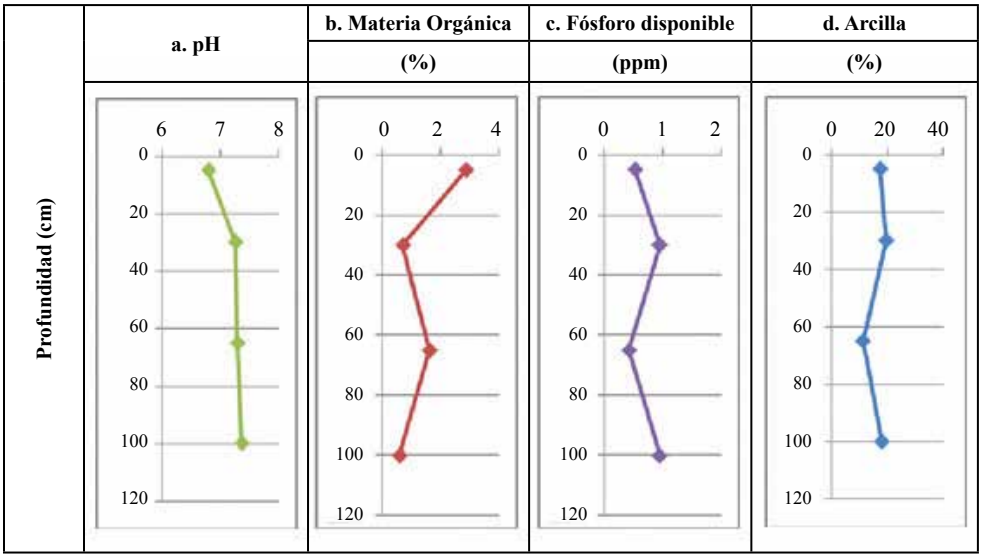


Figura 4.56 Características químicas y físicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica; c. Fósforo disponible y d. arcilla. PM 030704

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos de esta unidad son de poco desarrollo, presentan horizontes A-B-C, tal como se muestra en la Figura 4.55 y la descripción del perfil. El primer horizonte (A), presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, con estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados y consistencia en húmedo friable. El horizonte B presenta colores más claros, de pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, presenta textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados y consistencia en húmedo friable en el primero y firme en el segundo. El tercer horizonte C, presenta color pardo oscuro a pardo, textura franco arenosa, poca gravilla y carece de estructura (masivo). Como puede observarse en el Cuadro 4.56 la porosidad presente en el primer horizonte es alta mientras que en el horizonte B es baja. La retención de humedad es baja en los dos primeros horizontes.

Como se muestra en el Cuadro 4.57 y la Figura 4.56, la reacción del suelo es neutra a ligeramente alcalina, la capacidad de intercambio de cationes y la saturación de bases tiene altos valores; la materia orgánica tiene bajos valores en todo el perfil.

Con referencia a los cationes, el Calcio y el Potasio poseen altos valores; el Magnesio, valores medios y el Fósforo, tiene valores bajos. No hay retención fosfórica. Con referencia a los micronutrientes, el Manganeso se presenta con altos valores en los dos primeros horizontes; el Hierro tiene valores medios; el Cobre y Zinc, valores bajos. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos de poca evolución que presentan poco desarrollo genético en sus horizontes (cambios de color y formación de estructura), de texturas moderadamente gruesas, son superactivos (relación de CIC sobre arcilla >0.60), la temperatura del suelo es isotérmica (entre 15 y 22°C); moderadamente profundos,

bien drenados, con alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a ligeramente alcalina y fertilidad química alta.

Las limitantes de estos suelos son: pendientes que van de ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas, presencia de erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) es de vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) son de vocación forestal y por lo tanto, son aptas para implementar actividades forestales tales como plantaciones forestales y manejo del bosque natural.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agroforestal se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta perenne; asimismo establecer fuertes prácticas tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos.

Asimismo, en estas tierras debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre, Hierro y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Necesita riego en la época seca, debido a las texturas moderadamente gruesas debe aplicarse caudales de menor volumen y aplicaciones continúas, bien sea por aspersión o por goteo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

En las tierras de vocación forestal se recomienda una cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo posean exposición al impacto de las gotas de lluvia que facilita la erosión hídrica. Asimismo, es recomendable mantener el sotobosque para minimizar la escorrentía. En el caso de plantaciones forestales se recomienda la elaboración de terrazas individuales por planta. A su vez, debe realizarse un plan anual de control de incendios forestales.



E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MNBe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril. Las fases MNBf1 y MNBf2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, por lo que son tierras de vocación forestal de producción.

Para conocer los cultivos y las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada fase, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.27 Consociación Xeparquiy (orden Andisol): Humic Haplustands, familia medial, isotérmica; perfil modal 041303; símbolo MNC

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del Cerro El Tigre del municipio de San Miguel Dueñas y en los alrededores de la aldea El Pozo del municipio de Santa Catarina Barahona. Abarca un total de 117 hectáreas. Esta unidad fue muestreada e identificada en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010) y continúa en la presente unidad cartográfica del departamento de Sacatepéquez.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío subhúmedo" (Código N) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.0°C, precipitación anual media de 887 mm y una altitud media de 2,147 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Según la Figura 4.57, en la vista panorámica el tipo de cobertura vegetal es bosque natural.

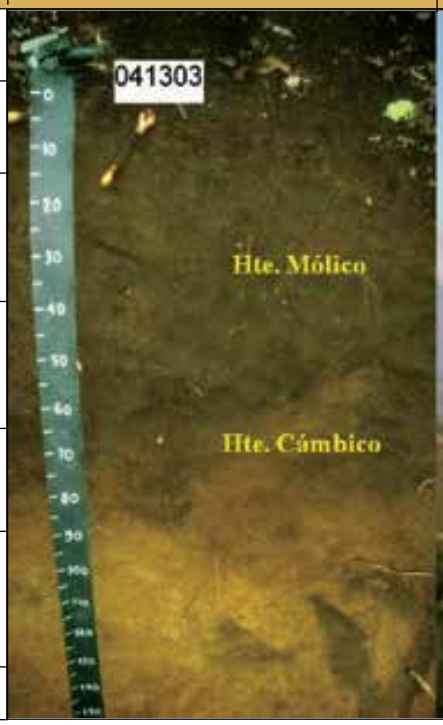
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A1 Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 5.4	00		
A2 Franco arenosa Gris muy oscuro pH 5.7	23		
Bw Franco arenosa Pardo grisáceo oscuro pH 6.5	54		
C1 Franco arenosa Pardo amarillento pH 6.6	89		
C2 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.7	124		
	140x		

Figura 4.57 Perfil modal del Humic Haplustands (041303) en paisaje de montaña volcano-erosional, en la foto se observan las filas y vigas cubiertas de bosque natural (Fotos: C. García, 2007)

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), sobre pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), en paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (PM 041303), en un 80% de la superficie y el 20% restante está ocupado por suelos del tipo Vitrandic Ustorthents, familia esquelética-medial, no ácida, isotérmica (PI 041107).

La Consociación Xeparquiy, presenta la siguiente fase:

- **MNCe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (117 ha).

La inclusión de la consociación corresponde a los suelos Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - medial, no ácida, isotérmica (PI 041107), caracterizados por ser profundos, moderadamente drenados, texturas moderadamente gruesas y fertilidad química alta, erosión moderada, la descripción detallada se localiza en el Anexo B.

A). Descripción del perfil modal No 041303

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041303 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 Sacatepéquez.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Xeparquiy
Símbolo		MNC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Humic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Andrés Itzapa
	Aldea	Xeparquiy
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 463543
		Latitud (Y): 1614370
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,557
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,197 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpado
	Rango de la pendiente	25-50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	860 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo

Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
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**	Profunda
	Profundidad	140 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Forestería
	Nombre de los cultivos	-
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada y, baja retención de humedad
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés, ilamo
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		25-07-2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 23 cm A1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, vesiculares, continuos; pocas raíces, medias, vivas y de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 5.4, reacción fuertemente ácida; límite gradual e irregular.
23 – 54 cm A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medios, vesiculares, discontinuos; muchas raíces, medias, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.7, reacción moderadamente ácida; límite gradual e irregular.
54– 89 cm Bw	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medios, vesiculares continuos; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro e irregular.
89 – 124 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8); textura franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, vesiculares, continuos; pocas raíces, medias, vivas y de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite gradual e irregular.
124 – 140x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, vesiculares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041303

Cuadro 4.58 Resultados de los análisis físicos del perfil 041303

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 – 23	1.08	2.19	34.57	26.04				18.71	12.50	38.17	50.68
23 – 54	1.14	2.37	31.55	23.15				16.70	13.81	38.06	51.87
54 – 89	1.08	2.41	32.87	31.44				25.00	2.40	52.79	55.19

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 23	7.33
23 – 54	6.45
54 – 89	6.44

Cuadro 4.59 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 041303

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 23	69.91	21.14	8.95	FA	10	5.4	3.45	6.56				14.40		
23 – 54	75.74	16.75	7.71	FA	5	5.7	2.30	4.37				1.36		
54 – 89	67.1	25.26	7.64	FA	5	6.5	0.57	1.08				5.43	5.92	Media
89 – 124	59.64	32.9	7.46	FA	3	6.6	0.32	0.60				9.74		
124 – 140	52.3	40.86	6.84	FA	3	6.7	0.34	0.64				5.11		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 23	14.50	10.04	4.46	9.88	8.40	1.35	0.02	0.11	0.16	57.93	9.33	0.12	0.78	1.10
23 – 54	15.42	3.27	12.15	3.27	2.13	0.61	0.10	0.43		13.78	3.99	0.62	2.82	
54 – 89	17.25	23.64		23.64	17.50	5.78	0.03	0.33		101.45	33.50	0.18	1.89	
89 – 124	31.75	17.74	14.01	17.74	13.25	4.10	0.02	0.37		41.73	12.91	0.06	1.18	
124 – 140	17.00	23.17		23.17	20.00	2.75	0.26	0.16		117.65	16.15	1.53	0.94	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 23	68.16	7.30	2.10	260.00	4.20	34.2			1.79
23 – 54	21.21	7.80	2.10	185.00	0.01	29.2			1.66
54 – 89	SAT	12.00	2.50	95.00	0.01				
89 – 124	55.87	5.50	1.10	46.00	0.01				
124 – 140	SAT	11.00	1.40	45.00	0.01				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

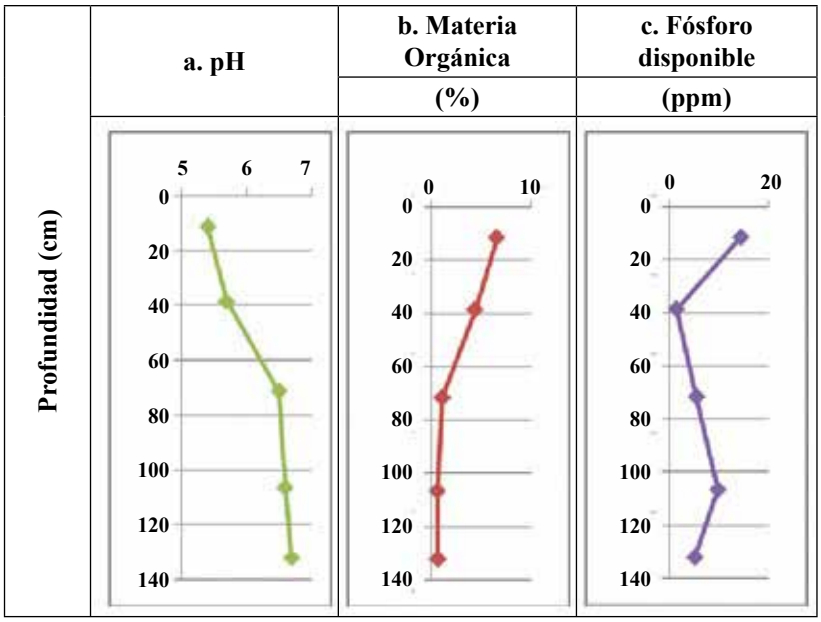


Figura 4.58 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 041303

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se muestra en la Figura 4.57 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A - B - C; el horizonte A se subdivide en A1 y A2, de colores pardo grisáceo y gris muy oscuro, textura franco arenosa, poca gravilla (10%), estructura en bloques subangulares medios - gruesos, débiles y consistencia en húmedo friable; el horizonte Bw es de color grisáceo oscuro, textura franco arenosa, poca gravilla (5%), estructura en bloques subangulares finos – medios, moderados, consistencia muy friable; el horizonte C es de textura franco arenosa, color pardo amarillento, sin estructura. Como se observa en el Cuadro 4.58, la porosidad total es alta, dominando la microporosidad sobre la macroporosidad en todos los horizontes. La humedad aprovechable es muy baja en todos los horizontes.

Según el Cuadro 4.59 y Figura 4.58, los valores de pH se incrementan con la profundidad ya que la reacción del suelo es fuertemente ácida en el horizonte A1, moderadamente ácida en el A2, ligeramente ácida en el Bw y neutra en C1 y C2; la capacidad de intercambio de cationes es media en todo el perfil; el contenido de materia orgánica posee valores medios; la saturación de bases es alta.

Con respecto a los cationes, el Calcio presenta valores altos; el Magnesio y Potasio presentan valores bajos. El contenido de Fósforo disponible es medio en el horizonte A1 y bajo en los restantes horizontes. El suelo presenta moderada retención de fosfatos.

Con respecto a los elementos menores, el Cobre y el Hierro presentan altos valores; el Zinc y Manganeso presentan bajos valores. La fertilidad química de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos derivados de ceniza volcánica o materiales piroclásticos, con moderada fijación de Fósforo. Suelos profundos, texturas moderadamente gruesas, drenaje excesivo, con un período seco por más

de tres meses acumulativos durante el año, fertilidad media. Con temperaturas en el suelo isotérmicas (entre 15 y 22 °C).

Las principales limitantes de estos suelos son su posición en el relieve ya que se ubican en laderas de filas y vigas por lo que sus pendientes son ligeramente escarpadas. Otras limitantes son la erosión ligera, drenaje excesivo, retención moderada de Fósforo y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estas tierras por poseer pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), tienen vocación agroforestal con cultivos permanentes y sistemas silvopastoriles.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta perenne; asimismo establecer fuertes prácticas tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos.

Asimismo, debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química es necesario agregar los nutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio, pero debe considerarse la fijación de fosfatos, por lo que es necesario aplicar el fertilizante fosforado poco soluble en aplicaciones cercanas a las raíces y en forma periódica. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, podría aplicarse Manganeso y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Necesita riego en la época seca, debido a las texturas moderadamente gruesas es necesario aplicarles láminas menores en volumen y con pequeños espaciamientos en el tiempo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MNCe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.1.28 Consociación Jocotenango (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica; perfil modal 031006; símbolo MND

Los suelos de la Consociación Jocotenango se encuentran a inmediaciones los poblados Pueblo Nuevo, El Cerrito, El Hato, El Llano, El Virrey, San Cristobal El Bajo, San Juan Gascón, Santa Ana, Santa Catarina Bobadilla, Santa Inés del Monte Pulciano, Santa Isabel, Villa Julia, fincas El Cabrejo, Carmona, La Follie, Santa Clara, Santa Cruz, los cerros El Manchén, San Felipe, El Hato, El Pinón, La Candelaria del municipio de Antigua Guatemala; poblados Vista Hermosa, San José La Rinconada, La Ventanilla, las fincas Bella Vista, Filadelfia, Santa Bárbara, Tegucigalpa del municipio de Jocotenango; fincas La Cruz y Santa Rosa del municipio de Pastores. Abarca una extension de 3,371 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío subhúmedo" (Código N) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.3°C, precipitación anual media de 841 mm y una altitud media de 1,753 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Según la Figura 4.59, el principal tipo de cobertura vegetal es el bosque mixto (pino y encino).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de filas y vigas.

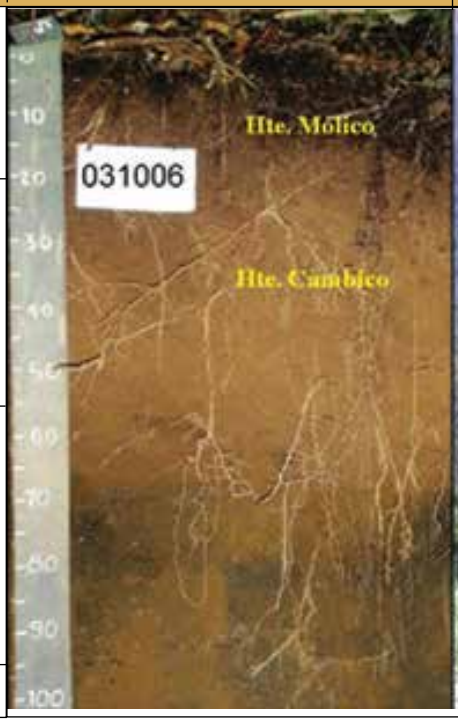
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco limosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.9	00		
Bw Franco arenosa Pardo oscuro a pardo pH 6.5	20		
C Franco arenosa Gris oscuro pH 6.6	55		
	120x		

Figura 4.59 Perfil modal del suelo Andic Haplustolls (031006) en paisaje de montaña volcano-erosional, (Fotos: C. García, 2009)

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica (PM 031006) en un 90% de la superficie de la unidad; el 10% restante, son otros suelos no identificados a la escala cartográfica del presente estudio.

La Consociación Jocotenango, presenta las siguientes fases:

- **MNDe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (475 ha).
- **MNDe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (450 ha).
- **MNDf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (307 ha).

- **MNDf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (1,980 ha).
- **MNDg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (159 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031006

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031006:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Jocotenango
Símbolo		MND
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa Lucía Milpas Altas
	Aldea	San Juan Gascón
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerca del camino al cruce de San Juan Gascón
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 479045
		Latitud (Y): 1610543
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8604
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,708 msnm
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpada
	Rango de la pendiente	25-50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	954 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Encino, pino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		16-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 20 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco limosa; con poca gravilla (12%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y ondulado.
20 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/4); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; con poca gravilla (8%), 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, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
55 – 120x cm C	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; con poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031006

Cuadro 4.60 Resultados de los análisis físicos del perfil 031006

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	0.94	1.06	78.14	19.75				12.50	8.46	2.86	11.32
20-55	1.19	1.79	57.67	16.74				9.80	23.79	9.73	33.52

Profundidad	**Humedad aprovechable**	**Límites de consistencia**		
Cm	**%**	**Líquido**	**Plástico**	**Ind. Plasticidad**
0-20	7.25			
20-55	6.94			

Cuadro 4.61 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031006

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	41.79	54.57	3.64	FL	FA	12.00	6.9	2.05	3.90				8.94		
20-55	47.89	48.71	3.40	FA	FArA	8.00	6.5	0.73	1.39				0.25	8.01	Alta
55-120	64.53	34.49	0.97	FA	A	10.00	6.6	0.86	1.64				2.67		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	19.50	17.88	1.62	17.88	11.96	4.56	1.17	0.18		61.33	23.40	6.02	0.94	
20-55	21.00	12.59	8.41	12.59	7.48	3.93	0.97	0.21		35.62	18.74	4.60	0.99	
55-120	5.50	3.26	2.24	3.26	1.46	0.89	0.58	0.32		26.62	16.21	10.51	5.87	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	91.70	0.84	1.72	35.80	1.40	15.1			
20-55	59.94	3.22	0.64	31.10	1.60	12.8	0.37	1.20	
55-120	59.21	0.20	0.20	9.60	1.00	8.8			

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

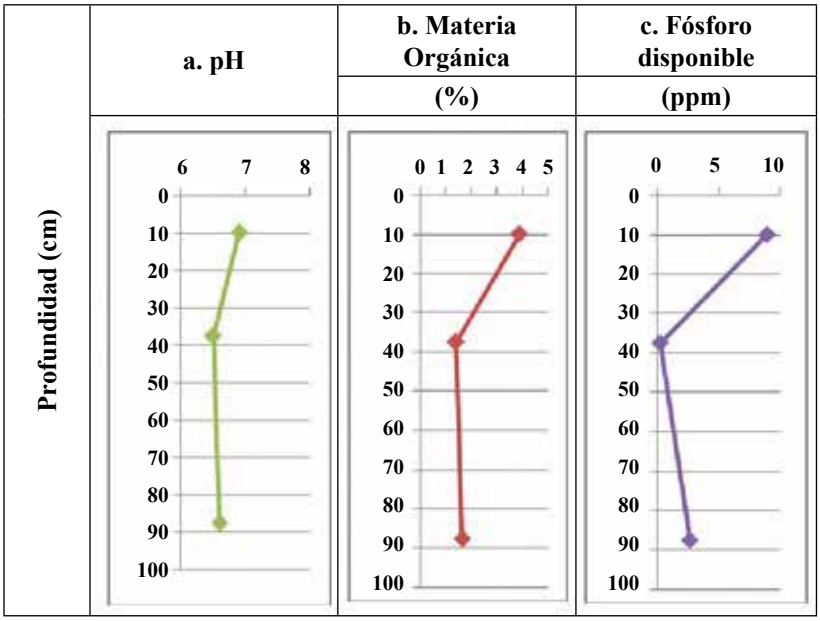


Figura 4.60 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. Fósforo disponible. PM 031006

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.59 los suelos presentan un perfil ligeramente evolucionado del tipo A-B-C; en donde se observa el horizonte A de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, presencia de gravilla, estructura en bloques subangulares, finos, débiles y consistencia en húmedo muy friable. El

segundo horizonte es un Bw, de color pardo oscuro a pardo, textura franco arcillo arenosa, presencia de gravilla, bloques subangulares, consistencia en húmedo friable. El horizonte C es de color gris oscuro, textura arenosa, sin estructura (grano suelto). Como se observa en los resultados del Cuadro 4.60 la porosidad total es baja en el primer horizonte y media en el segundo, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es muy baja.

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.61 y la Figura 4.60, la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente ácida en el segundo y tercer horizonte; la capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte, alta en el segundo y baja en el tercero; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte, bajo en los demás; la saturación de bases es alta.

Respecto a los cationes, el Calcio, Potasio y Magnesio presentan altos valores. El contenido de Fósforo disponible es bajo en todos los horizontes así como presenta baja retención fosfórica. Respecto a elementos menores, el Hierro presenta altos valores, el Cobre presenta bajos valores en el primer horizonte y valores medios en el segundo. El Zinc y el Manganeso presentan bajos valores en todos los horizontes Según los análisis químicos y las variables utilizadas la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Los suelos son profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, con alta saturación de bases, de alta a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra y fertilidad alta. Son suelos minerales, el horizonte superficial es grueso y oscuro, medio y bajo contenido de materia orgánica, presentan régimen de humedad ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año, presentan intergradaciones ándicas, su temperatura es isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Sus principales limitaciones son: pendientes muy pronunciadas; presentan erosión ligera y moderada y déficit de lluvias en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) son de vocación agroforestal, aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) son de vocación forestal y por lo tanto, son aptas para implementar actividades tales como plantaciones forestales y manejo para la producción forestal del bosque natural.

La fase de estos suelos que posee pendientes fuertemente escarpadas (>75%) es de vocación para conservación de la cobertura boscosa y protección de la biodiversidad por lo que deben conservarse sin intervención antrópica.



Respecto a las fases de vocación agroforestal, en su manejo es necesario establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. En las tierras de vocación agroforestal y forestal es necesario minimizar la erosión eólica, por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal.

En las actividades agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a las texturas moderadamente gruesas debe aplicarse menor volumen agua y aplicaciones frecuentes, mediante riego por aspersión o goteo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

En las tierras de conservación, debe favorecerse la regeneración natural, revegetalizar con especies nativas donde falte cobertura, evitar la depredación de la cobertura boscosa y realizarse un plan de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MNDe1 y MNDe2, pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3; con vocación agroforestal y silvopastoril; las fase MNDf1 y MNDf2 pertenecen a la clase VII , la subclase VII p y grupo de manejo VII p-3 con vocación forestal; la fase MNDg1 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, con vocación para la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.29 Consociación Parrojas (orden Inceptisol): Dystric Haplustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; perfil modal 041402; símbolo MNE

Los suelos de la Consociación Parrojas se identificaron en el municipio de San Miguel Dueñas, con una extensión de 64 ha. Esta unidad fue muestreada e identificada en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), donde fue identificada en el clima “frío húmedo” por lo que la taxonomía a nivel de familia por régimen de temperatura se definió como “isomésica”; sin embargo, en el departamento de Sacatepéquez las fases de la unidad se encuentran en un clima transicional a un clima “semifrío subhúmedo” por lo cual la taxonomía a nivel de familia se ha modificado a “isotérmica” (ver detalles del ajuste climático realizado en el Anexo A).

.



Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrío subhúmedo” (Código N) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.0°C, precipitación anual media de 918 mm y una altitud media de 2,347 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983), denominada bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB), cuyas especies indicadoras son: ciprés (*Cupressus lusitanica*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), Canac (*Chiranthodendron pentadactylum*), pino colorado (*Pinus hartweii*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), aliso (*Alnus jorullensis*), encino (*Quercus* spp), salvia (*Buddleia* spp) y otros. Según la Figura 4.61, el principal uso de la tierra es agricultura de granos básicos.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.6	00		
A2 Franco arenosa Pardo muy oscuro pH 6.5	19		
Bw1 Arenosa franca Negro pH 6.7	38		
Bw2 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.7	62		
Bw3 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.7	77		
C Franca Pardo olivo pH 6.5	96		
	122x		

Figura 4.61 Perfil modal del Dystric Haplustepts (041402) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos perfil: R. Moscoso 2007; paisaje: Cesar García 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas. El perfil modal se muestra en la Figura 4.17.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Dystric Haplustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; (PM 041402), en un 90% del área ocupada por la unidad, el 10% restante está ocupado por otro tipo de suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Parrojas, presenta la siguiente fase:

- **MNEe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (64 ha).

A). Descripción del perfil modal No 041402

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041402 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el perfil del suelo corresponden a ese departamento; sin embargo, por continuar el polígono de suelos en el departamento de Sacatepéquez, se aplican los resultados.

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Parrojas
Símbolo	MNE

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Parramos
	Aldea	Parrojas
	Caserío, sector, sitio, finca	Terreno del Sr. Fermín López
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 463300
		Latitud (Y): 1611707
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,617
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza, pómez)
Altitud		2,281 msnm
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpado
	Rango de la pendiente	25-50%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	900 mm
	Temperatura promedio anual	15.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	122 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol, güisquil, ayote
	Limitante del uso	Pendiente ligeramente escarpada y baja retención de humedad,
Vegetación natural		No hay
Describió		Roberto Medardo Moscoso



Fecha de descripción	29-08-2007
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 19 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura franco arenosa; poca gravilla (5%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y gruesas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite gradual y plano.
19 – 38 cm A2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura franco arenosa; poca gravilla (10%), subredondeada de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
38 – 62 cm Bw1	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura arenosa franca; poca gravilla (5%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite abrupto y ondulado.
62 – 77 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura franco arenosa; poca gravilla (10%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite abrupto y plano.
77 – 96 cm Bw3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura franco arenosa; frecuente gravilla (15%), subredondeada, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 7.7, reacción ligeramente alcalina; límite abrupto y plano.
96 - 122x cm C	Color en húmedo pardo olivo (2.5Y4/3); textura franca; sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, muy finos, tubulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041402

Cuadro 4.62 Resultados de los análisis físicos del perfil 041402

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 – 19	1.26	2.50	24.56	13.74				9.33	21.84	27.73	49.57
19 – 38	1.21	2.42	30.69	20.33				10.38	16.87	33.10	49.97
38 – 62	1.23	2.43	31.75	18.13				10.84	21.15	28.16	49.31

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 19	4.41
19 – 38	9.95
38 – 62	7.29

Cuadro 4.63 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 041402

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 19	71.87	21.67	6.46	FA	5	6.6	1.24	2.35				8.48	6.91	Alta
19 – 38	75.14	16.56	8.30	FA	10	6.5	1.59	3.02				2.51		
38 – 62	77.24	20.38	2.38	AF	5	6.7	0.80	1.52				11.14		
62 – 77	74.80	8.89	16.31	FA	10	6.9	0.62	1.17				7.52		
77 – 96	55.03	25.81	19.16	FA	15	7.7	0.12	0.22				4.05		
96 – 122	29.24	46.31	24.45	F	0									

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 19	22.25	9.07	13.18	9.07	6.93	1.39	0.56	0.19		31.12	6.26	2.53	0.84	
19 – 38	30.50	9.93	20.57	9.93	7.93	1.68	0.13	0.19		25.98	5.51	0.42	0.63	
38 – 62	41.00	8.86	32.14	8.86	6.40	1.60	0.59	0.27		15.61	3.90	1.43	0.66	
62 – 77	15.75	13.32	2.43	13.32	8.85	2.70	1.24	0.52		56.19	17.17	7.88	3.31	
77 – 96	13.25	11.68	1.57	11.68	8.05	2.34	1.11	0.18		60.75	17.63	8.40	1.39	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm					Retención fosfórica %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 19	40.75	7.60	1.50	92.00	0.01	25.3			
19 – 38	32.55	7.70	1.60	93.00	0.20	17.9			
38 – 62	21.61	8.20	2.60	114.00	0.01	16.9			
62 – 77	84.55	10.00	3.10	104.00	0.01				
77 – 96	88.17	2.50	1.10	20.00	0.10				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^++Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

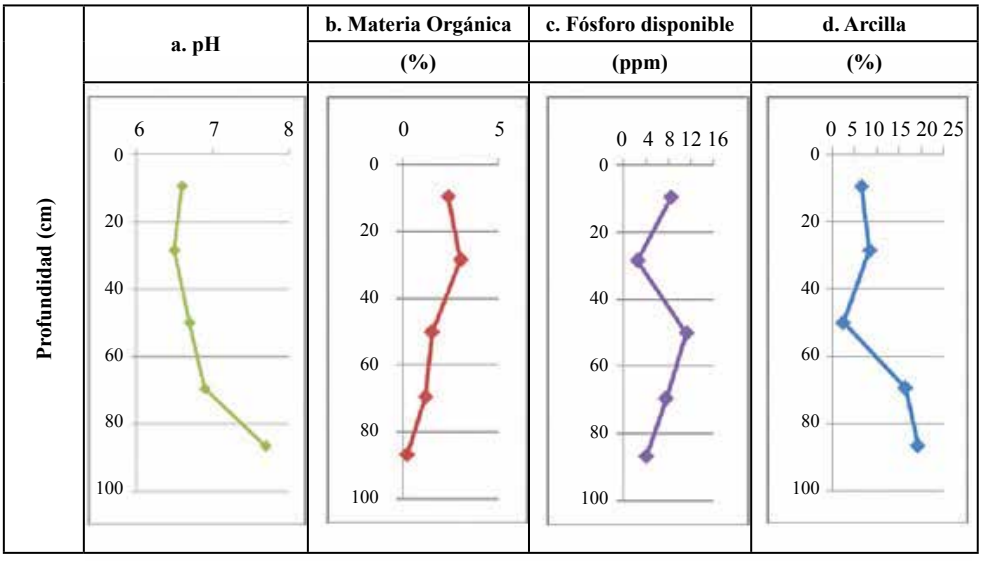


Figura 4.62 Características químicas y físicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica; c. Fósforo disponible y d. arcilla. PM 041402

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.61, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A - B - C; donde se observa que el horizonte A se divide en Ap y A, de color pardo grisáceo muy oscuro y pardo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares gruesos y débiles, consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un Bw, de color negro a pardo amarillento oscuro, con textura dominante arenosa franca, estructura en bloques subangulares finos medios y gruesos, débiles a moderados, consistencia en húmedo friable. El horizonte C es de color pardo olivo, textura franca y sin estructura. Como se observa en el Cuadro 4.62, la porosidad total es alta, dominando la microporosidad sobre la macroporosidad en todos los horizontes, la humedad aprovechable es baja.

Como se ve en el Cuadro 4.63 y la Figura 4.62, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a ligeramente alcalina; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es alta en los tres primeros horizontes y media en los últimos; el contenido de materia orgánica es bajo; la saturación de bases es baja en los tres primeros horizontes y alta en los dos últimos.

Con respecto a los cationes, los valores del Calcio son altos; el contenido de Potasio es alto en el primer y tercer horizonte y el Magnesio presenta valores medios. El contenido de Fósforo disponible es bajo así como la retención fosfórica. Respecto a los elementos menores, el Cobre y Hierro presentan valores altos, el Manganeso y el Zinc presentan bajos valores; la fertilidad química de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales de moderada evolución, pero con desarrollo genético en sus horizontes, permanecen secos durante un semestre del año. Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, de baja a alta saturación de bases, alta a media capacidad de intercambio catiónico, fertilidad química alta y régimen edáfico isotérmico (entre 15.0ºC a 22.0 ºC).

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve, ya que se ubican en ladera de lomas con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), esto provoca erosión ligera en los suelos que se debe controlar, otra limitante es la presencia de fragmentos de roca en el perfil. Ante estas limitantes las tierras son de vocación agroforestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones de cultivos perennes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Como parte del manejo, debe implementarse muy fuertes prácticas de conservación de suelos con la finalidad de evitar la erosión hídrica, por lo que debe sembrarse al contorno siguiendo curvas a nivel y establecer barreras vivas, barreras muertas y acequias de ladera. Al plantar cultivos perennes es recomendable realizar terrazas individuales por cada planta. Para controlar la erosión eólica se recomienda establecer cortinas rompevientos. Respecto a la fertilización, estos suelos necesitan incorporar materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, esto se puede lograr mediante la siembra y posterior incorporación de abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosechas.



Con respecto a la fertilización química es necesario incorporar Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, es necesario aplicar como micronutrientes el Manganeso y el Zinc. Las dosis deberán determinarse mediante análisis de suelos en las fincas. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas moderadamente gruesas debe aplicarse bajos volúmenes de agua y en forma frecuente.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, incluyendo pastos mejorados y con una adecuada carga animal por hectárea para evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MNEe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal con cultivos permanentes y sistemas silvopastoriles.

Para conocer los cultivos que se adaptan y sus recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.30 Consociación Chicasanga (orden Andisol): Vitric Haplustands, familia medial, isotérmica; perfil modal 041302; símbolo MNF

La Consociación Chicasanga se localiza a inmediaciones del poblado Chutzac del municipio de Santa Catarina Barahona. Abarca una extensión de 45 hectáreas. Esta unidad fue muestreada e identificada en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010) y continúa en la presente unidad cartográfica del departamento de Sacatepéquez.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío subhúmedo" (Código N) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0°C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.0°C, precipitación anual media de 813 mm y una altitud media de 2,030 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Según la Figura 4.63, el tipo de cobertura vegetal y uso de la tierra predominante es la agricultura.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
			
Ap Arenosa franca Pardo muy oscuro pH 5.4	00		
A2 Arenosa franca Negro pH 5.6	28		
Bw1 Arenosa franca Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.0	54		
Bw2 Arenosa franca Pardo amarillento oscuro pH 6.1	80		
C Arenosa franca Pardo amarillento oscuro pH 6.3	108 120x		

Figura 4.63 Perfil modal del Vitric Haplustands (041302) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y tipo de relieve lomas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Vitric Haplustands, familia medial, isotérmica (perfil 041302) en un 90%. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Chicasanga presenta la siguiente fase:

- **MNFe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (45 ha).

A). Descripción del perfil modal No 041302

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041302 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 corresponden a ese departamento; sin embargo, por continuar el polígono de suelos en el departamento de Sacatepéquez, se aplican los resultados

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chicasanga
Símbolo		MNF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitric Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Andrés Itzapa
	Aldea	Chicasanga
	Caserío, sector, sitio, finca	Terreno de Antonio Pérez
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 459808
		Latitud (Y): 1614026
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,553
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	2
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		2,295 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpado
	Rango de la pendiente	25-50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	952 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico



Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Lento
	Natural	Bien Drenado
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**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Zanahoria, repollo, coliflor
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente inclinada y baja retención de humedad
Vegetación natural		No hay
Describió		Roberto Medardo Moscoso
Fecha de descripción		25-07-2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 28 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura arenosa franca; estructura en migajones, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; muchos poros medios y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces muy finas y finas, vivas y muertas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.4, reacción fuertemente ácida; límite gradual y ondulado.
28 – 54 cm A2	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura arenosa franca; estructura en migajones, medios y finos débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medios y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.6, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
54 – 80 cm Bw1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura arenosa franca; estructura en migajones, medios, moderados; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medios, tubulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite abrupto y plano.
80 – 108 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura arenosa franca; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares medios y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
108 – 120x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura arenosa franca; frecuente gravilla (20%); sin estructura (grano suelto); consistencia en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros medios, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad por macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041302

Cuadro 4.64 Resultados de los análisis físicos del perfil 041302

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 – 28	1.05	2.36	31.07	18.45				9.70	22.61	33.06	55.67
28 – 54	1.02	2.43	30.48	17.18				14.40	25.34	32.73	58.07
54 – 80	1.08	2.48	29.04	17.15				14.33	23.11	33.34	56.46

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 28	8.75
28 – 54	2.78
54 – 80	2.82

Cuadro 4.65 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 041302

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 28	78.78	12.96	8.26	AF		5.4	2.70	5.13				195.00		
28 – 54	79.52	13.05	7.43	AF		5.6	2.37	4.50				17.88		
54 – 80	81.79	13.03	5.58	AF		6.0	1.26	2.39				3.20	6.94	Alta
80 – 108	84.71	10.62	4.67	AF	15	6.1	0.59	1.12				13.41		
108 - 120	84.77	9.35	5.76	AF	20	6.3	0.46	0.88				4.47		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 28	31.25	7.43	23.82	7.37	6.05	0.94	0.13	0.25	0.06	19.36	3.02	0.41	0.80	0.19
28 – 54	12.75	6.14	6.61	6.10	4.75	0.94	0.23	0.18	0.04	37.25	7.39	1.81	1.39	0.31
54 – 80	12.32	5.18	7.14	5.18	3.48	1.11	0.41	0.19		28.21	8.98	3.32	1.52	
80 – 108	12.00	5.32	6.68	5.32	3.60	1.07	0.43	0.23		30.00	8.88	3.55	1.91	
108 - 120	18.75	9.86	8.89	9.86	6.78	2.42	0.43	0.23		36.13	12.90	2.32	1.23	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 28	23.58	5.70	13.00	145.00	2.60	24.00	1.30	1.10	
28 – 54	47.84	6.50	4.20	138.00	0.01	27.60			
54 – 80	42.03	7.00	3.10	128.00	0.01				
80 – 108	44.33	6.60	2.00	103.00	0.01				
108 – 120	52.58	8.60	3.60	84.00	0.01				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



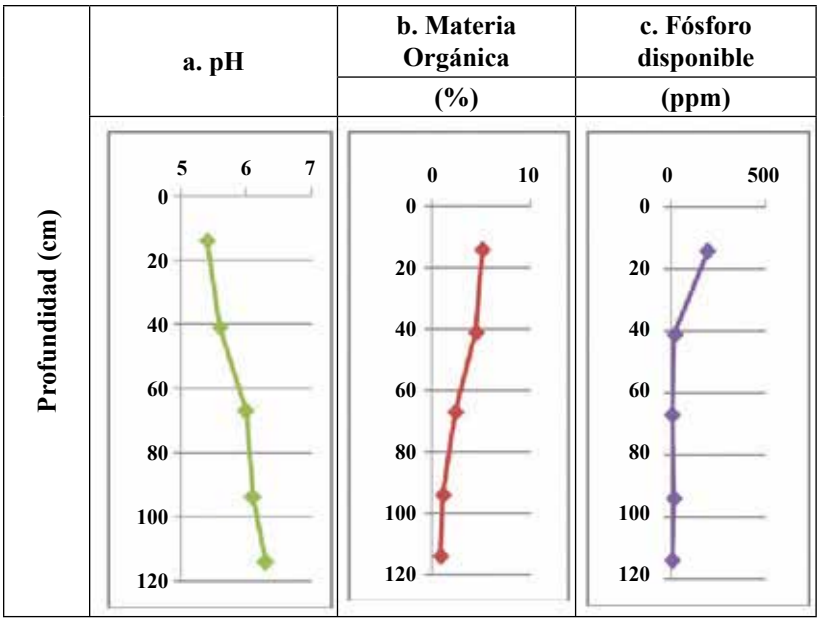


Figura 4.64 Características químicas en función de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. Fósforo disponible. PM 041302

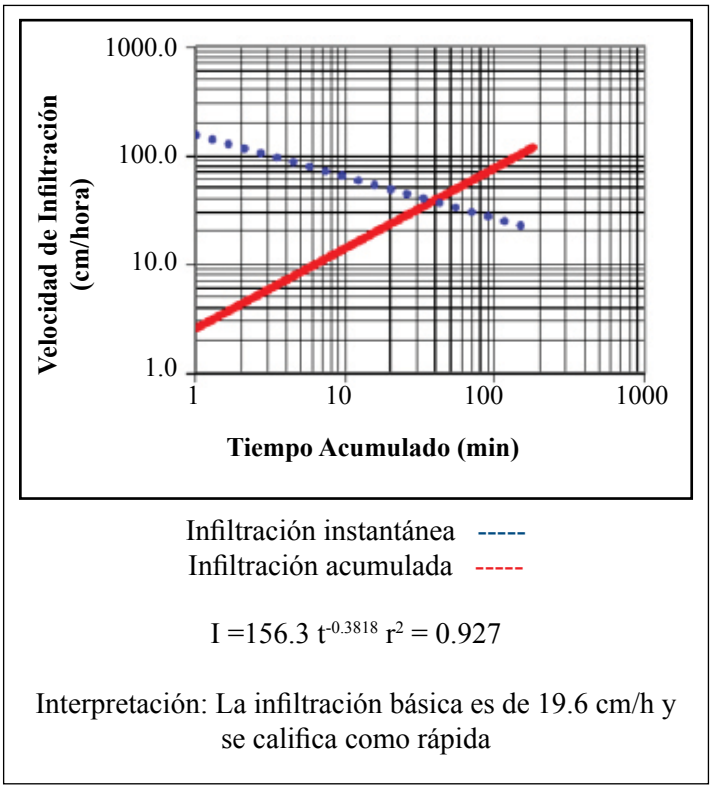


Figura 4.65 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "rápida" de las pruebas hidrodinámicas, para los suelos de la consociación Chicasanga, PM 041302

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se muestra en la Figura 4.63 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A – B – C; en donde se observa que el horizonte A se divide en Ap y A2, de color pardo oscuro y negro, textura arenosa franca, estructura en migajones finos, débiles, y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte Bw es de color pardo grisáceo muy oscuro y pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, estructura en migajones medios, moderados y bloques subangulares medios, finos y débiles; consistencia en húmedo muy friable; el horizonte C es de color pardo amarillento oscuro, de textura arenosa franca, sin estructura. Como se observa en el Cuadro 4.64, la porosidad total es alta, dominando la microporosidad sobre la macroporosidad en todos los horizontes; la humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.65 y Figura 4.64, la reacción del suelo varía de fuertemente ácida hasta ligeramente ácida; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes varía de alta a media y la saturación de bases varía de baja a alta en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con respecto a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan valores medios. El Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible muestra valores altos hasta los 28 centímetros y valores bajos en profundidad. Existe una moderada retención fosfórica. Con referencia a los elementos menores, el Cobre y el Hierro presenta altos valores, el Zinc valores medios y el Manganeso valores bajos. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Como se observa en la Figura 4.65 la infiltración de agua en el perfil es rápida, esto se debe a las texturas gruesas que se presentan en el perfil.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos derivados de materiales de origen volcánico, con baja evolución, moderada adsorción de Fósforo, permanecen secos por más de tres meses consecutivos durante el año por lo que solo se puede realizar una cosecha en condiciones naturales. Suelos profundos, bien drenados, texturas gruesas, desarrollados sobre piroclastos, con temperaturas en el suelo isotérmicas (temperaturas entre 15.0 y 22.0 °C).

Sus limitantes principales son: posición en el relieve ya que se ubican en laderas de lomas de pendientes ligeramente escarpadas, moderada retención de Fósforo y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estos suelos ubicados en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) son de vocación agroforestal y silvopastoril. Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía se recomienda establecer terrazas individuales, así como plantar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos.



Asimismo, debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química es necesario agregar los nutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio, pero debe considerarse la fijación de Fósforo, por lo que es necesario aplicar el fertilizante fosforado poco soluble en aplicaciones cercanas a las raíces y en forma periódica. Respecto a los micronutrientes

y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, podría aplicarse Manganeso. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Necesita riego en la época seca, debido a las texturas gruesas es necesario aplicarle láminas menores en volumen y con pequeños espaciamientos en el tiempo bien sea por aspersión o por goteo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MNFe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.31 Consociación Milpas Altas (orden Andisol): Humic Haplustands, familia ceniza, isotérmica; perfil modal 030809; símbolo MNG

La Consociación Milpas Altas se encuentra en inmediaciones del sitio arqueológico Ruina Colonial, finca El Pilar y poblado San Cristóbal El Alto del municipio de Antigua Guatemala; finca Los Pinos y poblado San Miguel Milpas Altas del municipio de Magdalena Milpas Altas; poblado Patzité del municipio de Pastores y Labor Cruz de las Monjas del municipio de Santa Lucía Milpas Altas. Posee una extensión de 557 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío subhúmedo" (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.1°C, precipitación anual media de 935 mm y una altitud media de 1,959 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Como puede observarse en la Figura 4.66 la cobertura vegetal es de relictos de bosque mixto (pino y encino) y agricultura donde predominan los granos básicos.

Los suelos de esta unidad, se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), en el tipo de relieve lomas correspondientes al paisaje montaña volcano erosional, tal como se observa en la Figura 4.66.



Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillo arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.5	00		
Bw Franco arcillo arenosa Pardo oscuro pH 7.0	35		
Ab Franco arcillo limosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.7	65		
Bb Franco arcillo arenosa Gris muy oscuro pH 6.9	80		
Cr Arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.1	130		
	145x		

Figura 4.66 Perfil modal del Humic Haplustands (030809) en paisaje montaña volcano erosional (Fotos: G. Bonilla 2009).

En la unidad cartográfica predominan los suelos Humic Haplustands, familia ceniza, isotérmica (PM 030809) en el 90% del área, en el 10% restante, se encuentran otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Milpas Altas presenta las siguientes fases:

- **MNGd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (227 ha).
- **MNGe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) erosión ligera (330 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030809

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030809:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Milpas Altas
Símbolo		MNG
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Humic Haplustands, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Magdalena Milpas Altas
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 479689



		Latitud (Y): 1608453
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	781
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológico	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,052 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,044mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	15.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, aguacate
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		22-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 35 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), 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 medios, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.	



35 – 65 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); 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 ligeramente plástica; pocos poros, medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y plano.
65 – 80 cm Ab	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite gradual y plano.
80 – 130 cm Bb	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (2%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles, en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y plano.
130 – 145x cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; no hay presencia de poros; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030809

Cuadro 4.66 Resultados de los análisis físicos del perfil 030809

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
0-35	1.02	1.19	34.01	23.70				8.22	4.33	9.95	14.29
35-65	1.03	1.51	28.28	23.67				8.23	5.18	26.61	31.79

	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-35	15.48			
35-65	15.45			

Cuadro 4.67 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030809

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-35	23.01	69.49	7.50	FA	FArA	2.00	6.5	1.64	3.12				7.88		
35-65	47.57	46.05	6.38	FA	FArA		7.0	1.58	3.00				1.62		
65-80	49.18	47.17	3.65	FA	FArL		6.7	2.48	4.71				N.D	6.85	Alta
80-130	4.31	83.95	11.74	FL	FArA	2.00	6.9	2.42	4.60				0.21		
130-145	35.72	57.47	6.81	FL	ArA	3.00	7.1	0.50	0.95				0.32		



Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-35	19.44	9.88	9.57	9.88	8.65	0.88	0.26	0.09		44.48	4.55	1.32	0.45	
35-65	17.78	11.17	6.61	11.17	9.81	1.11	0.13	0.11		55.18	6.25	0.76	0.65	
65-80	36.67	23.76	12.91	23.76	20.87	2.61	0.14	0.14		56.91	7.12	0.38	0.38	
80-130	27.22	20.02	7.21	20.02	17.42	2.22	0.18	0.19		64.00	8.16	0.67	0.70	
130-140	28.33	16.46	11.87	16.46	13.24	2.18	0.78	0.26		46.73	7.69	2.76	0.91	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-35	50.79	1.30	1.40	24.35	18.25	29.70	1.20	1.50	
35-65	62.83	1.20	1.20	24.35	15.00	24.10	0.90	1.30	
65-80	64.80	0.45	1.55	2.90	23.60				
80-130	73.53	0.65	1.60	8.35	20.75				
130-140	58.10	2.70	1.55	34.40	22.70				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

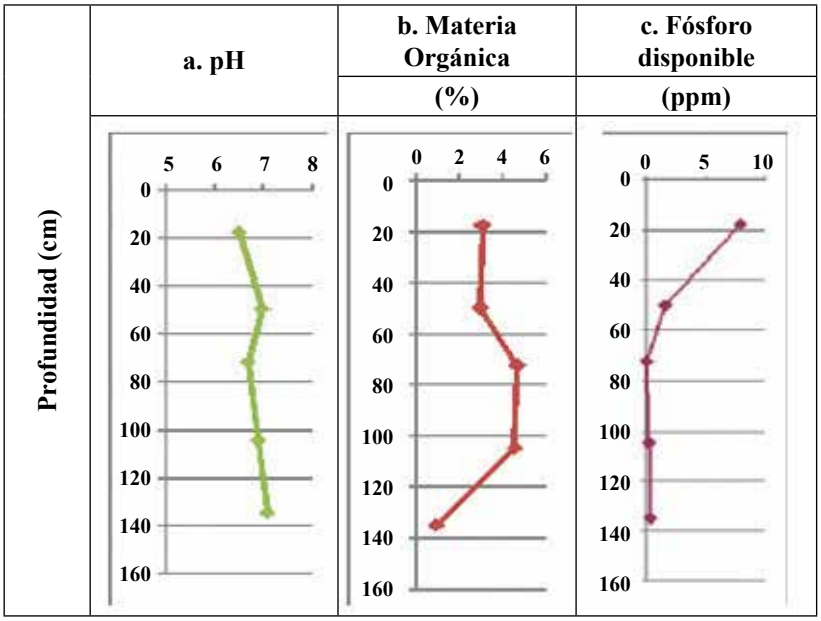


Figura 4.67 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 030809

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos de esta unidad son de medio desarrollo, presentan horizontes A-B-C, como se muestra en la Figura 4.66 y en la descripción del perfil. Presenta un horizonte Ap de color pardo grisáceo muy oscuro, con textura franco arcillo arenosa, poca gravilla, estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles y consistencia en húmedo friable. A continuación se encuentra un horizonte Bw de color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles, y consistencia en húmedo friable. Seguidamente se encuentran dos horizontes enterrados Ab y Bb, de

color pardo grisáceo muy oscuro y gris muy oscuro, de textura franco arcillo limosa y franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles de consistencia en húmedo friable. Se observa un horizonte Cr de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, poca gravilla, sin estructura (masivo). Presenta baja porosidad total en el primer horizonte y media en el segundo horizonte. Domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La retención de humedad es baja, ver el Cuadro 4.66.

En el Cuadro 4.67 y Figura 4.67, se observa que la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, incrementándose con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es media y aumenta en los horizontes enterrados; la saturación de bases es alta y la materia orgánica presenta bajos valores.

Con respecto a los cationes, el Calcio presenta altos valores; el Potasio valores medios; el Magnesio valores bajos en los dos primeros horizontes y medios en los siguientes. El Fósforo presenta bajos valores y presenta moderada retención fosfórica. Con respecto a los micronutrientes, el Manganeso presenta valores altos, el Hierro presenta valores altos en los dos primeros horizontes y bajo en los demás, el Cobre y Zinc, valore bajos. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Los suelos de esta unidad se derivan de ceniza volcánica (materiales de origen ígneo), son moderadamente evolucionados, texturas medias, permanecen secos por más de 90 días acumulativos durante el año, presentan niveles bajos de materia orgánica, la temperatura edáfica es isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Estos suelos presentan las siguientes limitantes: pendientes fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), es de vocación agrícola y por lo tanto, es apta para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

La fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), es de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que es apta para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Estas tierras necesitan prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, y la intensidad de las mismas está en función del aumento de la pendiente. En la fase de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso es factible la hechura de terrazas. En las tierras de la fase de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales para cada planta.

En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos en todas las fases de la unidad. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que la cobertura vegetal del suelo es muy importante.



En las actividades agrícolas y agroforestales se debe incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a la moderada retención fosfórica, los fertilizantes fosforados deben ser poco solubles y deben aplicarse cerca de la zona radicular y en forma periódica.

Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, podría aplicarse Cobre y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas moderadamente gruesas que poseen, necesitan láminas de mayores volúmenes y debe aplicarse a intervalos espaciados en tiempo, bien sea mediante goteo o aspersión.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MNGd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-1, con vocación agrícola. La fase MNGe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.32 Consociación Parijuyú (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isotérmica; perfil modal 031601, símbolo MNH

La Consociación Parijuyú se encuentra a inmediaciones del cerro El Tigre de los municipios de San Miguel Dueñas y Santa Catarina Barahona. Posee una extensión de 478 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrío subhúmedo” (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.1°C, precipitación anual media de 975 mm y una altitud media de 2,141 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. El uso de la tierra es agricultura, predominando el maíz como cultivo principal, como se aprecia en la Figura 4.68.



Los suelos de esta unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), en el tipo de relieve lomas correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional (ver la Figura 4.68).

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arenosa franca Negro pH 6.2	00		
A2 Arenosa franca Pardo muy oscuro pH 6.9	25		
Bw Arenosa Pardo oscuro pH 7.1	60		
C Arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.0	85 130x		

Figura 4.68 Perfil modal del Andic Humustepts (031601) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C, García, 2009)

En la unidad cartográfica predominan los suelos Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isotérmica (PM 031601) en el 90% del área, el 10% restante son otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Parijuyú, presenta las siguientes fases:

- **MNHe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (338 ha).
- **MNHe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (140 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031601

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031601:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Parijuyú
Símbolo		MNH
Taxonomía del suelo	Epipedón	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	Departamento	Sacatepéquez
	Municipio	Santa Catarina Barahona
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 466027
		Latitud (Y): 1610264

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8615
	Línea de vuelo No.	224
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,118 msnm
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpada
	Rango de la pendiente	25%-50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	865 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	15.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Muy rápido
	Externo	Moderado
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
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
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, drenaje natural moderadamente excesivo, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo y abundante pedregosidad superficial
Vegetación natural		No hay
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		21-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques angulares, medios y débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.	



25 – 60 cm A2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco limosa; frecuente gravilla (25%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, medios y débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y plano.
60 – 85 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (40%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, medios y débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, intersticiales, continuos; no hay raíces; mucha actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra; límite gradual y plano.
85 – 130x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (40%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros gruesos, intersticiales, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031601

Cuadro 4.68 Resultados de los análisis físicos del perfil 031601

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
0-25	1.08	1.27	14.65	14.49				4.64	0.16	14.80	14.96
25-60	1.03	1.60	12.84	11.00				4.49	5.09	30.53	35.63

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	10.01			
25-60	6.52			

Cuadro 4.69 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031601

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	55.15	41.27	3.58	FA	AF		6.2	2.30	4.37				22.90	6.73	Alta
25-60	39.61	54.51	5.88	FL	AF	25.00	6.9	0.80	1.52				10.97		
60-85	60.66	38.26	1.08	FA	A	40.00	7.1	0.68	1.29				7.42		
85-130	60.60	38.32	1.08	FA	A	40.00	7.0	0.56	1.06				15.49		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	16.11	8.34	7.77	8.34	6.88	1.23	0.19	0.04		42.68	7.66	1.18	0.27	
25-60	9.44	4.09	5.36	4.09	3.39	0.37	0.26	0.06		35.94	3.92	2.76	0.64	
60-85	15.56	5.36	10.20	5.36	4.54	0.56	0.18	0.08		29.20	3.57	1.14	0.53	
85-130	8.33	3.79	4.54	3.79	3.07	0.37	0.26	0.09		36.84	4.44	3.12	1.06	



Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	51.79	1.50	8.40	48.35	53.80	16.20			
25-60	43.26	2.95	4.50	70.45	9.35	13.30	0.59	1.80	
60-85	34.44	3.50	3.95	97.00	18.45				
85-130	45.47	4.05	2.20	32.15	8.05				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

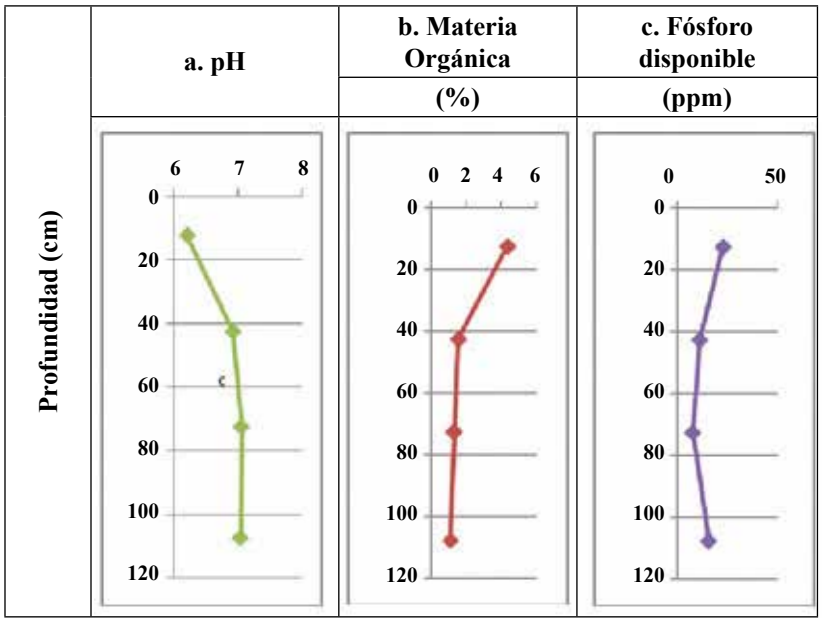


Figura 4.69 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031601

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Este perfil presenta moderado desarrollo, ya que posee un suelo del tipo A-B-C (Figura 4.68 y descripción del perfil). Presenta Ap y A2. El primer horizonte presenta color negro, textura arenosa franca, estructura en bloques angulares, medios y débiles, de consistencia en húmedo muy friable. El segundo horizonte (A2) es de color pardo muy oscuro, textura arenosa franca, presenta frecuente gravilla, estructura en bloques angulares, medios y débiles y consistencia en húmedo muy friable. El horizonte Bw presenta un color pardo oscuro, textura arenosa, abundante gravilla, estructura en bloques angulares medios y débiles, de consistencia en húmedo muy friable. Finalmente, puede observarse un horizonte C de color pardo amarillento oscuro, textura arenosa, con abundante gravilla, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. La porosidad total varía de baja a media, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable varía de baja a muy baja en los primeros dos horizontes (Cuadro 4.68)

Según los datos observados en el Cuadro 4.69 y Figura 4.69 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, observándose un ligero aumento de los valores de pH a mayor profundidad. La capacidad

de intercambio de cationes varía de media a baja. El contenido de materia orgánica es bajo. La saturación de bases varía de alta a baja en función de la profundidad.

Con respecto a los cationes, el Calcio posee altos valores en el primer horizonte y medio en los subsiguientes; el Magnesio posee valores bajos y el Potasio medios valores. El Fósforo posee altos valores en el primer horizonte y bajos en los demás (posible fertilización previa a la toma de muestras), retención fosfórica baja. Respecto a los elementos menores, el Zinc, Hierro y Manganeso presentan altos valores, el Cobre presenta valores medios Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos de moderada evolución genética que presentan déficit de agua por más de tres meses consecutivos en el año, presenta bajos contenidos de carbono orgánico en el epipedón, con intergradaciones ándicas (suelos derivados de cenizas volcánicas), de texturas gruesas y con abundante gravilla en el perfil, la temperatura edáfica es isotérmica (entre 15 y 22 °C). Son suelos profundos, con drenaje moderadamente excesivo, media saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra y fertilidad natural alta.

Las principales limitantes de estos suelos son: pendientes ligeramente escarpadas, presencia de erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), son de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Estas tierras necesitan fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía. Deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta de ciclo perenne.

Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal al suelo.

En las actividades agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, podría aplicarse Cobre. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas gruesas que poseen, necesitan láminas de menores volúmenes y debe aplicarse a intervalos cortos de tiempo, bien sea mediante goteo o aspersión.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea y evitando el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.



E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MNHe1 y MNHe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, estas tierras poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.33 Consociación El Tizate (orden Inceptisol): Typic Durustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; perfil modal 030304; símbolo MNI

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del caserío Panancho y la finca El Paraíso, en el municipio de Pastores. Posee un área de 190 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "semifrío subhúmedo" (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.9 °C, precipitación anual media de 800 mm y una altitud media de 1,759 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical, (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). El principal uso de la tierra es agrícola con café con sombra, tal como se observa en la Figura 4.70.

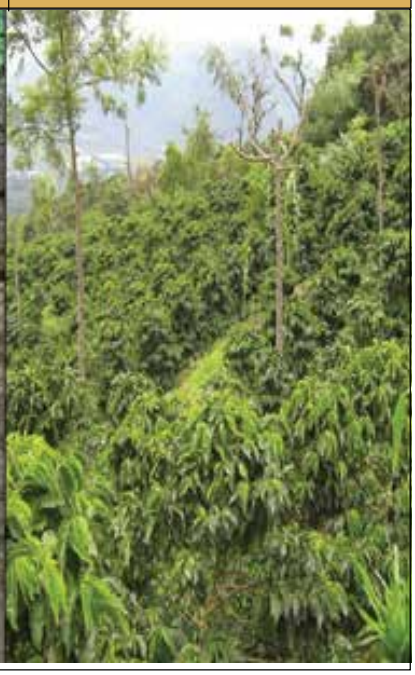
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.5	00		
Bw Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.6	20		
Cqm1 Franco arenosa Pardo oscuro a pardo pH 8.0	50		
Cqm2 Franco limosa Pardo oscuro pH 8.3	80		
Cqm3 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 8.4	105		
	140x		

Figura 4.70 Perfil modal del Typic Durustepts (030304) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: M. Tum, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de lomas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Typic Durustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 030304) en un 90% (Figura 4.70) del área, el 10% restante son otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación El Tizate, presenta las siguientes fases:

- **MNId2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (67 ha).
- **MNIe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (97 ha).
- **MNIep1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (26 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030304

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030304:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Tizate
Símbolo		MNI
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Durusteps, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Pastores
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 472202
		Latitud (Y): 1614340
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8564
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,582 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpada
	Rango de la pendiente	25-50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	800 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.8 °C.



Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Pedregón
	Clase	Abundante
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
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, material compactado
Vegetación natural		No hay
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		21-09-2009

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 (10%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.5, reacción neutra; límite claro y ondulado.
20 – 50 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares finos, medios y gruesos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica pocos poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.6, reacción ligeramente alcalina; límite gradual y ondulado.
50 – 80 cm Cqm1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 8.0, reacción moderadamente alcalina; límite claro y ondulado.
80 – 105 cm Cqm2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco limosa; frecuente gravilla (15%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 8.3, reacción moderadamente alcalina; límite claro y plano.
105 – 140x cm Cqm3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, ni al HCl y al H_2O_2; pH 8.4, reacción moderadamente alcalina.



Observación: el horizonte Bw presenta un endurecimiento en época seca del tipo “talpetate”.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030304

Cuadro 4.70 Resultados de los análisis físicos del perfil 030304

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	1.08	1.43	32.64	19.91				12.05	9.55	14.93	24.48
20-50	1.05	1.07	61.68	22.35				10.00	1.19	0.68	1.87

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	7.86
20-50	12.35

Cuadro 4.71 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030304

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	62.02	34.95	3.03	FA	FAr	10.00	7.5	0.32	0.61				4.52		
20-50	45.36	46.82	7.82	FA	FA	15.00	7.6	0.50	0.95				13.44		
50-80	59.43	37.14	3.43	FA	AF	15.00	8.0	0.62	1.18				16.02	7.85	Alta
80-105	19.09	76.60	4.31	FL	AF	15.00	8.3	0.34	0.65				10.21		
105-140	50.32	46.11	3.57	FA	AF	15.00	8.4	0.17	0.32				11.50		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	25.56	30.50		30.50	22.20	6.23	1.85	0.21		86.88	24.38	7.25	0.84	
20-50	27.22	31.14		31.14	20.90	8.91	0.85	0.49		76.79	32.71	3.11	1.80	
50-80	35.00	42.24		42.24	30.63	10.24	0.74	0.64		87.50	29.26	2.11	1.82	
80-105	43.33	50.30		50.30	39.35	9.42	0.90	0.64		90.81	21.74	2.07	1.47	
105-140	25.56	46.24		46.24	37.85	7.30	0.58	0.51		148.12	28.57	2.26	2.01	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	SAT	0.50	1.60	7.05	50.15	20.40			
20-50	SAT	0.40	0.90	4.80	23.70	21.60	0.21	0.42	
50-80	SAT	0.30	0.55	2.05	22.60	13.20			
80-105	SAT	0.20	0.30	0.85	7.20				
105-140	SAT	0.15	0.10	1.00	4.60				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



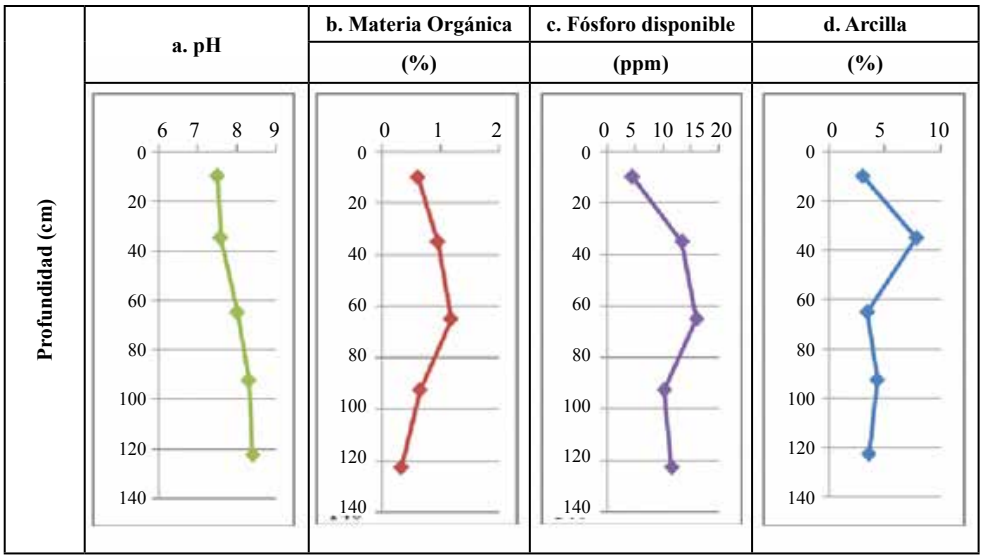


Figura. 4.71 Características químicas y físicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 030304

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado de tipo A-B-C; el horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares finos, medios, moderados y de consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es Bw de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, finos, medios, gruesos y una consistencia en húmedo friable. El tercer horizonte es C y presenta color pardo oscuro a pardo, textura franco arenosa, masivo (sin estructura), consistencia en húmedo firme. En el cuarto horizonte C2 presenta un color pardo oscuro, textura franco limosa, (masivo) sin estructura, consistencia en húmedo firme. El último horizonte presenta un color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, (masivo) sin estructura, consistencia en húmedo firme. Como se observa en el Cuadro 4.70 la porosidad total es baja domina la microporosidad sobre macroporosidad, la humedad aprovechable es muy baja en el primer horizonte y baja en el segundo.

Según los resultados que se presentan en Figura 4.71 la reacción del suelo va desde ligeramente alcalina a moderadamente alcalina, la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases es alta en todo el perfil, el contenido de materia orgánica es bajo.

Respecto a los cationes, el Calcio, Magnesio y Potasio presentan altos valores. Respecto al Fósforo disponible presenta bajos valores así como es baja la retención fosfórica. Los resultados de los análisis químicos definen las condiciones de fertilidad del suelo como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos minerales, evidenciados por los cambios en color y formación de estructuras, presentan déficit de agua por más de tres meses consecutivos al año, por lo que solo se puede sembrar en un semestre en condiciones normales, presenta una capa endurecida (talpetate), las texturas son moderadamente gruesas, de temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C). Son suelos superficiales,

bien drenados, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, la reacción varía de ligera a moderadamente alcalina, fertilidad química alta.

Los suelos se ven limitados por: pendientes pronunciadas, erosión moderada, suelos superficiales por la presencia de capas endurecidas, abundante pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), es de vocación agrícola y por lo tanto, es apta para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), son de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Las tierras de vocación agrícola no deben laborearse o hacerlo en forma muy liviana para evitar la formación del piso de arado; en los suelos con talpetate es necesario subsolar con maquinaria para romper la capa endurecida. Necesitan prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, y la intensidad de las mismas está en función del aumento de la pendiente, por lo que deben sembrarse al contorno siguiendo las curvas a nivel, es necesario establecer barreras vivas, muertas, y acequias de ladera. En las tierras con vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta.

En ambos casos (fases agrícolas y agroforestales) debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos en todas las fases de la unidad. En las fases con vocación agroforestal debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal.

En las actividades agrícolas y agroforestales se debe incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, podría aplicarse Cobre, Zinc y Hierro. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas moderadamente gruesas que poseen necesitan láminas de menor volumen de agua y aplicaciones frecuentes, bien sea mediante goteo o aspersión.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio la fase MNId2 pertenece a la clase IV, subclases IV pes y grupo de manejo IV pes-1 con vocación agrícola. La fase MNIe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MNIep1 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-2, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.34 Consociación Buena Vista (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica; perfil modal 030303; símbolo MNJ

La Consociación Buena Vista se encuentra en inmediaciones del poblado Rejón Cinco del municipio de Sumpango; poblados El Plan y San Mateo Milpas Altas, del municipio de Antigua Guatemala. Posee una extensión de 596 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío subhúmedo" (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1000 mm anuales y un rango de alturas de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.5°C, precipitación anual media de 891 mm y una altitud media de 1,972 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. La cobertura vegetal es el bosque mixto con especies de pino y encino, tal como se observa en la Figura 4.72.

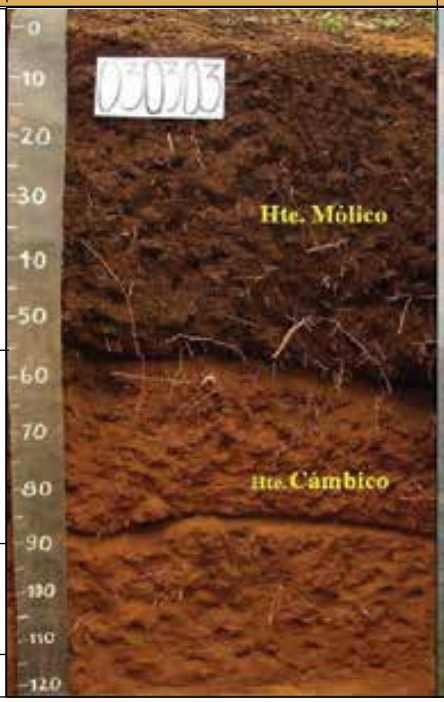
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arenosa Pardo oscuro pH 6.7	00		
Bw1 Franco arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.2	55		
Bw2 Franco arcillo arenosa Pardo amarillento pH 7.3	90 120x		

Figura 4.72 Perfil modal del Andic Haplustolls (030303) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: D. Yoc, 2009)

Los suelos de esta unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), en el relieve glacís correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional (ver la Figura 4.72, donde también se presenta el perfil modal 030303).

En la unidad cartográfica predominan los suelos Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PM 030303) presentes en un 90% del área, el 10% restante de la superficie está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Buena Vista, presenta las siguientes fases:

- **MNJc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y erosión ligera (157 ha).
- **MNJd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión ligera (175 ha).
- **MNJd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión moderada (40 ha).
- **MNJe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión ligera (224 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030303

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM030303:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Buena Vista
Símbolo		MNJ
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Pastores
	Aldea	San Luís Pueblo Nuevo
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerro Pablo
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 469078
		Latitud (Y): 1613798
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8562
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,859 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpado
	Rango de la pendiente	25 - 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	860 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado



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**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		21-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 55 cm A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franca; poca gravilla (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; frecuentes poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro e irregular.
55 – 90 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; 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; muchos poros, finos y medianos, irregulares, continuos; 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 7.2 ,reacción neutra; límite difuso.
90 – 120x cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas y muertas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030303

Cuadro 4.72 Resultados de los análisis físicos del perfil 030303

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
0-55	1.06	1.31	51.10	21.02				12.56	11.23	7.85	19.08
55-90	1.00	1.20	51.31	20.99				13.30	9.85	6.82	16.67

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-55	8.46			
55-90	7.68			

Cuadro 4.73 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030303

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-55	41.23	49.60	9.17	F	FA	5.00	6.7	2.00	3.80				1.94	8.46	Muy Alta
55-90	30.67	64.34	4.98	FL	FArA	10.00	7.2	0.25	0.48				4.19		
90-120	43.31	48.58	8.11	FA	FArA	15.00	7.3	0.50	0.95				5.22		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-55	22.78	18.91	3.87	18.91	14.36	3.39	0.99	0.16		63.06	14.90	4.35	0.72	
55-90	18.89	13.67	5.21	13.67	9.55	2.24	1.65	0.23		50.54	11.87	8.76	1.23	
90-120	21.11	15.91	5.20	15.91	11.28	3.08	1.27	0.28		53.44	14.61	6.00	1.33	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-55	83.03	0.75	2.60	15.50	36.95	22.10	0.62	1.80	
55-90	72.40	5.45	0.90	97.20	19.30	23.80			
90-120	75.38	4.15	1.15	51.45	14.35				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

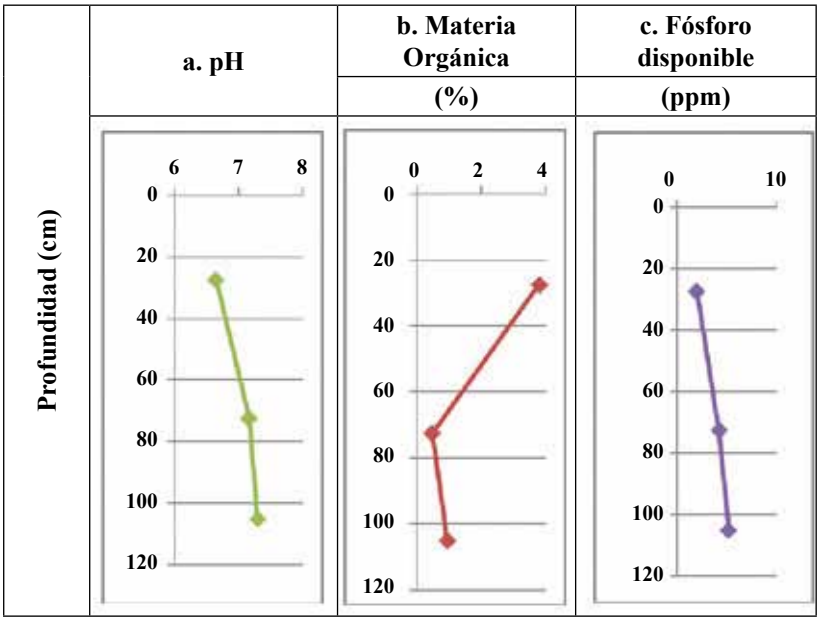


Figura 4.73 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 030303

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos presentan un perfil moderadamente desarrollado, del tipo A-B mostrado en la Figura 4.72 y en la descripción del perfil. El primer horizonte (A) presenta un color pardo oscuro, textura franco arenosa, poca gravilla, estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados, de consistencia en húmedo friable. A continuación se presentan horizontes B de colores pardo amarillento oscuro a pardo amarillento, textura franco arcillo arenosa, con poca gravilla, estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados, de consistencia en húmedo friable. Como se observa en el Cuadro 4.72, presenta una porosidad total baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad. El contenido de humedad aprovechable es muy bajo.

En el Cuadro 4.73 y Figura 4.73, se observa que la reacción del suelo es neutra, la capacidad de intercambio de cationes varía de alta a media, la saturación de bases es alta, el contenido de materia orgánica es bajo.

Respecto a los cationes, el Calcio, el Magnesio y Potasio presentan altos valores. El nivel del Fósforo es bajo, la retención fosfórica también es baja. Respecto a los elementos menores, el Cobre y el Hierro presentan valores bajos en el primer horizonte y altos en los demás; el Manganeso presenta altos valores y el Zinc, bajos. Según los análisis químicos y las variables utilizadas la fertilidad de los suelos es muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos minerales con horizontes superficiales gruesos, profundos, bien drenados, de texturas medias, con bajos contenidos de materia orgánica, abundantes bases en todo el perfil, presentan régimen de humedad ústico por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos, presentan intergradaciones ándicas, de temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Estas tierras presentan las siguientes limitaciones: pendientes que varían de moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión de grado ligero a moderado y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), son tierras de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para la agricultura intensiva con cultivos de diferentes ciclos. Las fases de estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), también son de vocación agrícola pero se limita su aptitud por el aumento de pendiente y riesgo de erosión. En ambos casos, para minimizar la erosión hídrica se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos como la siembra al contorno según curvas de nivel y establecer barreras vivas. Se debe laborear en forma liviana para evitar la destrucción de la estructura y minimizar la erosión eólica, también se recomienda establecer barreras contravientos.



La fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), es de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles. Estas tierras necesitan fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, se recomienda la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta. Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. Estas tierras

no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que la cobertura vegetal del suelo es muy importante. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea y evitando el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

A todas las fases es necesario agregarle en forma constante materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, para ello se recomienda aplicar abonos orgánicos, establecer abonos verdes e incorporar restos de cosecha. Respecto a la fertilización química requieren Nitrógeno y Fósforo. Como micronutrientes requieren Zinc, Cobre y Hierro. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas medias se debe regar con mayores caudales y aplicaciones espaciadas en el tiempo, bien sea por aspersión o por goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MNJc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-2, con vocación agrícola con cultivos intensivos. Las fase MNJd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y a el grupo de manejo IV p-1 tierras con vocación agrícola. La fase MNJd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-1, poseen vocación agrícola. La fase MNJe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.35 Consociación San Luis (orden Molisol): Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica; perfil modal (PM) 030307; símbolo MNK

Esta unidad se encuentra localizada a inmediaciones del caserío San Luis Pueblo Nuevo del municipio de Pastores, abarca una extensión de 26 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrío subhúmedo” (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.0°C, precipitación anual media de 800 mm y una altitud media de 1,724 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*). De acuerdo a lo mostrado en la vista panorámica de la Figura 4.74, la cobertura vegetal predominante es el bosque natural mixto (pino y encino).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y tipo de relieve denominado escarpe.

La unidad está representada por los suelos Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica; cuyo perfil modal es el 030307 (Figura 4.74) en un 90% del área, el 10% restante son otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

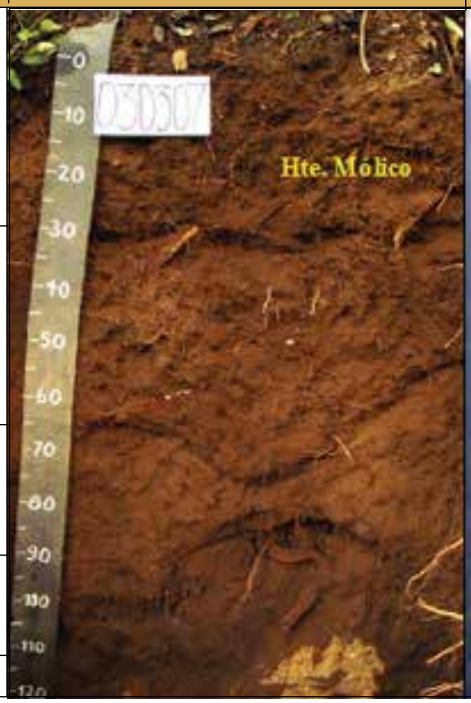
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.2	00		
C1 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.4	30		
C2 Franco arenosa Pardo oscuro a pardo pH 6.6	65		
Cr Franco arenosa Pardo amarillento pH 6.4	115		
	130x		

Figura 4.74 Perfil modal del Vitrandic Haplustolls (030307) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: D. Yoc, 2009)

La Consociación San Luís, presenta la siguiente fase:

- **MNKg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75 %), erosión ligera (26 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030307

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030307:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación San Luís
Símbolo		MNK
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Pastores
	Aldea	San Luís Pueblo Nuevo
	Caserío, sector, sitio, finca	300 mt. Estanque de agua
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 469151
		Latitud (Y): 1615114
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8562
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Plano escarpado
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,728 msnm
Relieve	**Clase**	Fuertemente escarpado
	Rango de la pendiente	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	800 mm.
	Temperatura promedio anual	15°C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
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	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**	Profunda
	Profundidad	115 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca
Vegetación natural [2]		Pino, encino, acacia
Describió		Deysi Amarilis Yoc, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		18-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 30 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y laboratorio franco arenosa; estructura en gránulos, muy finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
30 – 65 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo y laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite difuso.



65 – 115 cm C2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas y muertas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite difuso.
115 – 130x cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo y 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; pocos poros, gruesos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 030307:

Cuadro No. 4. 74 Resultados de los análisis físicos del perfil 030307

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
0-30	0.93	1.07	70.44	17.71				10.38	9.79	3.29	13.08
30-65	0.87	1.33	64.67	16.27				9.14	25.89	8.70	34.59

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-30	7.33
30-65	7.13

Cuadro No. 4.75 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030307

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	53.19	43.45	3.36	FA	FA		6.2	2.09	3.98				7.29	7.97	Alta
30-65	51.51	45.17	3.32	FA	FA	2.00	6.4	1.09	2.08				6.12		
65-115	62.87	36.22	0.91	FA	FA	10.00	6.6	1.58	3.00				17.22		
115-130	53.56	43.41	3.03	FA	FA	20.00	6.4	0.85	1.62				5.55		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-30	18.00	13.78		13.78	8.60	3.74	1.28	0.16		47.78	20.78	7.11	0.89	
30-65	16.50	12.73	3.77	12.73	8.18	3.78	0.58	0.19		49.55	22.89	3.53	1.16	
65-115	15.00	12.72	2.28	12.72	6.94	5.01	0.53	0.23		46.29	33.40	3.55	1.53	
115-130	15.50	18.65		18.65	6.69	10.60	0.88	0.49		43.15	68.37	5.65	3.15	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-30	76.56	1.30	1.28	53.30	1.20	15.1			
30-65	77.14	1.18	1.12	47.40	0.50	16.4	0.32	0.56	
65-115	84.77	2.94	1.44	43.00	0.60	11.6			
115-130	SAT	3.98	0.64	18.90	1.30				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

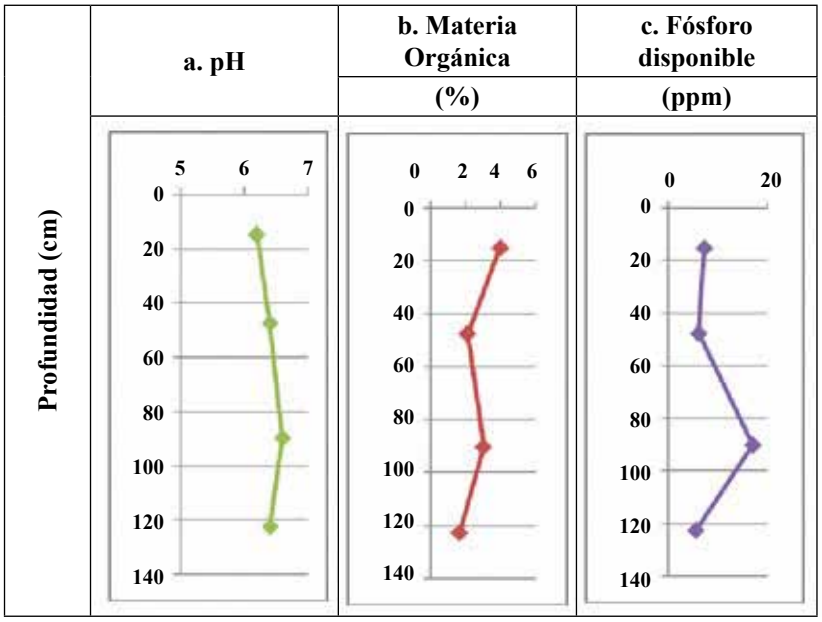


Figura 4.75 Características químicas de acuerdo a la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 030307

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo a los resultados de la Figura 4.74 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A-C donde el horizonte A presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en gránulos muy finos, débiles, consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica. El horizonte C, está subdividido en 3 horizontes que van de pardo amarillento oscuro a pardo amarillento, textura franco arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica. Como se observa en el Cuadro 4.74 la porosidad total es baja en el primer horizonte y media en segundo, domina la macroporosidad sobre la microporosidad y la humedad aprovechable es muy baja en el perfil.

Como se muestra en los resultados del Cuadro 4.75 y la Figura 4.75, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es media; el contenido de materia orgánica es medio; la saturación de bases es alta.

Con respecto a los cationes, el Calcio, el Magnesio y el Potasio presentan altos valores, el contenido de Fósforo disponible es bajo y la retención fosfórica es baja. Respecto a los elementos menores el Hierro presenta valores altos, el Cobre presenta valores bajos en los dos primeros horizontes y medios en los siguientes, el Zinc y el Manganeso presentan valores bajos y la fertilidad química se califica como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos minerales con abundantes bases en el perfil, presentan régimen de humedad ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos en el año, presentan intergradaciones ándicas.

Son suelos profundos, con drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, reacción de ligeramente ácida a neutra, fertilidad química alta, temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Entre las principales limitantes se pueden mencionar: pendientes fuertemente escarpadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estas tierras están limitadas por sus fuertes pendientes (> 75%), por lo que su vocación es la conservación de la cobertura boscosa y protección de la biodiversidad. Debe mantenerse libre de influencias antrópicas.

Debe impedirse la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, por lo que debe mantenerse la vegetación existente, propiciarse la regeneración natural, revegetalizar con especies nativas en las áreas sin cobertura y establecer programas de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MNKg1 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, por lo que son tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y de la biodiversidad.

Para conocer más detalles y recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.36 Consociación Pastores (orden Molisol): Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; perfil modal 030305; símbolo MNL

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del Barrio La Cruz y la finca El Molino del municipio de Pastores. Abarca 60 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "semifrío subhúmedo" (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0°C y un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.0 °C , precipitación media anual de 800 mm y una altitud media de 1,578 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*). Como se observa en la foto de la Figura 4.76, el uso de la tierra predominante es la caficultura bajo sombra.



Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve vallecito.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo oscuro pH 6.5	00		
C1 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.6	20		
C2 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.4	50		
C3 Franco arenosa Pardo oscuro a pardo pH 7.6	85		
Ab Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.6	105 135x		

Figura 4.76 Perfil modal del Fluventic Haplustolls (030305) en paisaje de montaña volcano-erosional, (Fotos: M. Tum, 2009)

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 030305), en un 90%, el 10% restante de la superficie de la unidad está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Pastores, presenta las siguientes fases:

- **MNLb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (60 ha).

A). Descripción del perfil modal No. 030305

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030305:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Pastores
Símbolo		MNL
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Pastores
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 472173
		Latitud (Y): 1614298

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8564
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Plano aluvio – coluvial
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluvio – coluviales
Altitud		1,571 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente inclinado
	Rango de la pendiente	3-7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	800 mm.
	Temperatura promedio anual	17 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Lento a medio
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	135 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		No hay
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		21-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); 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 ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y moderada al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.



20 – 50 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (35%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite gradual y plano.
50 – 85 cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y moderada al H_2O_2; pH 7.4, reacción ligeramente alcalina; límite gradual y plano.
85 – 105 cm C3	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.6, reacción ligeramente alcalina; límite gradual y plano.
105 – 135x cm Ab	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, fina y media, moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros, medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y moderada al H_2O_2; pH 7.6, reacción ligeramente alcalina.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 030305:

Cuadro No. 4.76 Resultados de los análisis físicos del perfil 030305

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	1.10	1.71	46.00	15.05				9.60	24.00	11.67	35.67
20-50	1.23	1.3	48.29	15.42				9.46	3.67	1.72	5.38

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	5.45
20-50	5.96

Cuadro No. 4.77 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030305

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	67.84	31.22	0.94	FA	FA	15.00	6.5	0.62	1.18				193.57		
20-50	52.28	41.91	5.81	FA	A	35.00	6.6	0.38	0.72				114.50		
50-85	54.67	41.91	3.43	FA	AF	30.00	7.4	0.74	1.41				18.21	8.08	Alta
85-105	60.37	36.28	3.35	FA	FA	30.00	7.6	0.32	0.61				6.98		
105-135	43.13	50.27	6.59	FA	FArA	10.00	7.6	0.56	1.06				6.76		



Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	14.53	9.75	4.79	9.75	6.70	1.69	1.26	0.10		46.11	11.60	8.69	0.67	
20-50	12.86	9.29	3.56	9.29	6.22	1.89	1.06	0.13		48.34	14.72	8.23	1.00	
50-85	11.74	9.74	2.00	9.74	6.40	2.41	0.83	0.11		54.54	20.50	7.05	0.90	
85-105	19.57	18.70	0.87	18.70	12.84	4.73	0.91	0.21		65.64	24.18	4.65	1.10	
105-135	18.45	16.93	1.52	16.93	9.15	6.93	0.49	0.36		49.59	37.57	2.68	1.94	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	67.08	4.15	4.10	96.35	27.55	16.60			
20-50	72.29	3.50	3.05	81.95	27.95	21.20	0.17	0.57	
50-85	82.98	3.50	2.00	115.10	17.65	19.90			
85-105	95.56	3.90	1.35	110.45	44.85				
105-135	91.78	3.95	1.60	222.25	40.80				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

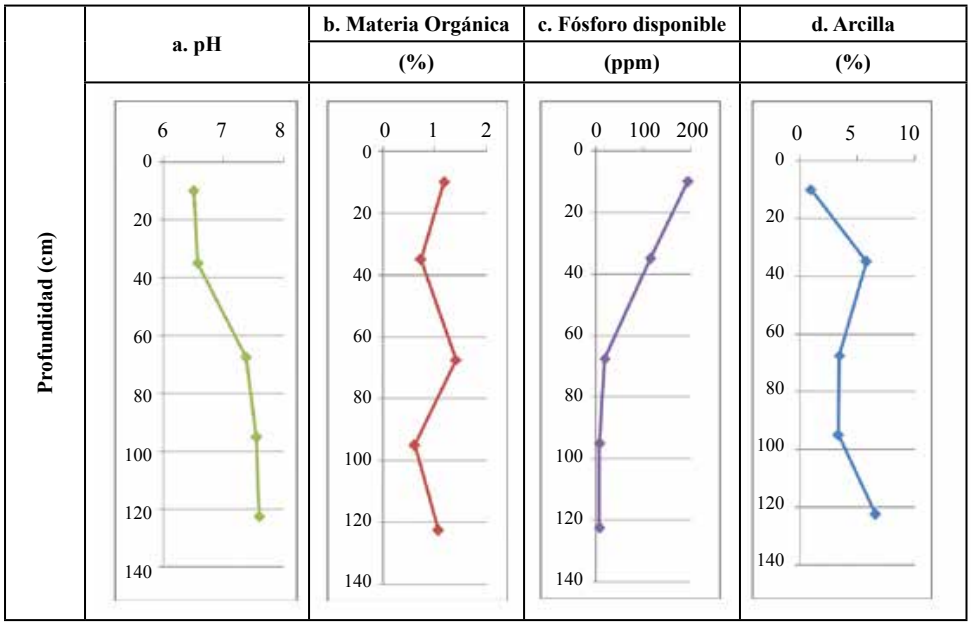


Figura 4.77 Características químicas y físicas dependiendo de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 030305

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se observa en la Figura 4.76 los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A-C, donde el horizonte A presenta un color pardo oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El horizonte C, se subdivide en 3 horizontes de color pardo amarillento oscuro a pardo oscuro, de textura franco arenosa y frecuente gravilla (30%), sin estructura, consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; el ultimo horizonte es un Ab (enterrado)

de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica. Como se observa en el Cuadro 4.76 la porosidad total presenta valores medios, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en los horizontes y la humedad aprovechable es muy baja en el perfil.

Como se muestra en el Cuadro 4.77, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a ligeramente alcalina; los valores de pH se incrementan con la profundidad (Figura 4.77); la capacidad de intercambio de cationes es media; el contenido de materia orgánica es bajo; la saturación de bases es alta.

Con respecto a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan valores altos; el Magnesio presenta valores medios. El contenido de Fósforo disponible es alto, la retención fosfórica es baja. Con respecto a los elementos menores, el Hierro y Manganeso son altos; Cobre y Zinc presentan valores medios. La fertilidad química del suelo es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales formados por depósitos aluviales o depositados por corrientes de agua, presentan decrecimiento irregular de la materia orgánica entre sus horizontes, con déficit de humedad en 90 días acumulativos durante el año para el desarrollo de cultivos, de texturas moderadamente gruesas, en régimen de temperatura edáfica isotérmica (15 a 22°C). Suelos profundos, bien drenados, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligeramente ácida a ligeramente alcalina, fertilidad química alta.

Las limitantes principales son: erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) son tierras de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para la agricultura con cultivos de diferentes ciclos. La aptitud agrícola está limitada por la presencia de frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Para minimizar la erosión hídrica se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos como la siembra al contorno según curvas de nivel y establecer barreras vivas. Se debe laborear en forma liviana para evitar la destrucción de la estructura y minimizar la erosión eólica, también se recomienda establecer barreras contravientos.

Estas tierras necesitan en forma continua el aporte de materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, para ello se recomienda aplicar abonos orgánicos, establecer abonos verdes e incorporar restos de cosecha. Respecto a la fertilización química requieren Nitrógeno y Fósforo en menor medida. Respecto a los elementos menores, necesita el aporte de Cobre y Zinc. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas moderadamente gruesas se debe regar con menores caudales y aplicaciones constantes y poco espaciadas en el tiempo, bien sea por aspersión o por goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MNLb1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-1, por lo que son tierras de vocación agrícola.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.1.37 Consociación Aguacatepeque (orden Andisol): Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica; perfil modal 031407; símbolo MBA

La Consociación Aguacatepeque se encuentra en inmediaciones del poblado Segundo Alotenango, caseríos El Porvenir, Agua Blanca, El Dos, fincas Candelaria, San Cayetano, La Reunión y del sitio arqueológico Aguacatepeque del municipio de Alotenango. Posee una extensión de 3,157 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado húmedo" (Código B), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 y 20.7 °C un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 18.7 °C, precipitación anual media de 1,851 mm y una altitud media de 1,455 msnm, dentro de las zonas de vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominadas bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y el bosque muy húmedo subtropical (cálido) (bmh-S(c)), cuyas principales especies indicadoras son: corozo (*Orbignya cohune*), volador (*Terminalia amazonia*), conacaste (*Brosimun allicastrum*), puntero (*Lonchocarpus* spp.), mulato (*Virola* spp.). El principal uso de la tierra es de agricultura permanente en la que predomina el café con sombra de gravilea

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillosa Pardo muy oscuro pH 5.9	00		
A2 Franco arcillosa Gris muy oscuro pH 6.7	20		
A3 Franco arcillosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.8	40		
C Arenosa Pardo oscuro a pardo pH 6.8	80		
	120x		

Figura 4.78 Perfil modal del Vitric Haplustands (031407) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: D. Yoc, 2009)

Los suelos de esta unidad, se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75%), en el tipo de relieve estrato-volcán correspondiente al paisaje montaña volcano-erosional, en la Figura 4.78 se presenta el perfil modal 031407.

En la unidad cartográfica predominan los suelos Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica (PM 031407), presentes en un 90% del área, el 10% restante de la superficie está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Aguacatepeque, presenta las siguientes fases:

- **MBAd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (898 ha).
- **MBAdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (1098 ha).
- **MBAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (630 ha).
- **MBAep1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), pedregosidad superficial y erosión ligera (470 ha).
- **MBAf:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), (61 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031407

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031407:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Aguacatepeque
Símbolo		MBA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Juan Alotenango
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Candelaria
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 465336
		Latitud (Y): 1596416
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7612
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,173 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12-25%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,900
	Temperatura promedio anual	20 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.4 °C.



Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Pedregones
	Clase	Mediana
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	80 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café en asocio con gravilea
	Limitante del uso	Frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo, mediana pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año
Vegetación natural		No hay
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		24-09-2009
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 arcillo limosa; frecuente gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medios y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, reacción moderadamente ácida; límite claro e irregular.	
20 – 40 cm A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arcillo limosa; frecuente gravilla (20%), irregular y plana, 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, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro e irregular.	
40 – 80 cm A3	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arcillo limosa; frecuente gravilla (25%), irregular y plana, 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, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas y muertas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y plano.	
80 – 120x cm C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arenosa y de laboratorio arcillo limosa; abundante gravilla (35%), irregular y plana, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, gruesos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra.	



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031407

Cuadro 4.78 Resultados de los análisis físicos del perfil 031407

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	1.02	1.20	32.28	15.66				7.58	7.72	7.28	15.00
20-40	0.98	1.21	26.37	20.43				10.34	4.28	14.73	19.01
40-80	1.01	1.56	24.29	18.94				8.55	7.77	27.49	35.26

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	8.08			
20-40	10.09			
40-80	10.09			

Cuadro 4.79 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031407

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-20	3.57	41.17	55.26	ArL	FAr	15.00	5.9	3.92	7.45				1.96	5.63	Media
20-40	3.79	46.30	49.91	ArL	FAr	20.00	6.7	3.08	5.85				N.D		
40-80	3.71	50.49	45.81	ArL	FAr	25.00	6.8	2.30	4.37				N.D		
80-120	3.89	47.59	48.52	ArL	A	35.00	6.8	2.24	4.26				N.D		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	23.89	6.49	17.39	6.49	5.48	0.72	0.19	0.11		22.93	3.01	0.78	0.46	
20-40	26.67	8.50	18.17	8.50	7.28	0.95	0.23	0.04		27.30	3.55	0.87	0.14	
40-80	23.33	6.61	16.73	6.61	5.92	0.51	0.11	0.07		25.37	2.20	0.45	0.29	
80-120	23.33	6.54	16.80	6.54	5.50	0.78	0.15	0.10		23.59	3.35	0.66	0.42	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	27.19	0.35	11.55	8.60	20.10	38.90	1.30	0.95	
20-40	31.86	0.25	6.85	4.40	19.40	39.20	2.20	1.80	
40-80	28.32	0.40	5.75	3.35	15.55	44.50	2.00	1.60	
80-120	28.02	2.10	4.30	5.85	12.10				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

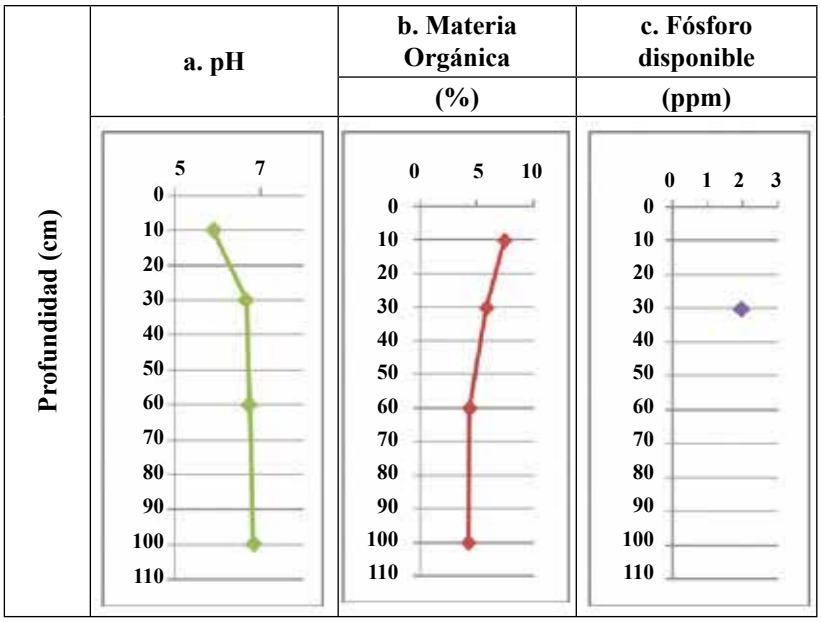


Figura 4.79 Características químicas según la profundidad: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031407

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

La unidad Aguacatepeque, presenta suelos moderadamente desarrollados de tipo A-C; donde el horizonte A presenta un grosor de 80 cm (Figura 4.78 y descripción del perfil). El horizonte A se divide en: Ap, A2 y A3, con colores pardo muy oscuro, gris muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, respectivamente. Poseen textura franco arcillosa, frecuente gravilla, estructura en bloques subangulares, de finos a gruesos, moderados, de consistencia en húmedo friable; el horizonte C presenta un color pardo oscuro a pardo, textura arenosa abundante gravilla, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta. Según el Cuadro 4.78, la porosidad total es baja en los horizontes Ap y A2, es media en A3. La humedad aprovechable varía de muy baja a baja.

Según el Cuadro 4.79 y Figura 4.79, el pH va de moderadamente ácida a neutro; la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica se presenta en altas cantidades en los primeros dos horizontes y en cantidades medias en los siguientes.

Con respecto a los cationes, el Calcio posee medios valores; el Potasio, valores medios en los dos primeros horizontes y el Magnesio con bajos valores. El Fósforo posee bajos valores y la retención fosfórica es moderada. Con referencia a los micronutrientes, el Zinc y Manganeso poseen altos valores, mientras que el Cobre y el Hierro se presentan en bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos derivados de ceniza volcánica (materiales de origen ígneo), moderada adsorción de fósforo, presentan déficit de humedad en un semestre del año, son moderadamente profundos, de texturas moderadamente finas sobre gruesas con frecuentes fragmentos de roca, bien drenados, con baja saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción moderadamente ácida a neutra, la temperatura edáfica es isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Estos suelos presentan las siguientes limitantes: pendientes que van desde fuertemente inclinadas (12-25%) a moderadamente escarpadas (50-75%), poseen un grado de erosión ligero, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, moderada retención de fosfatos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción. Estas tierras necesitan fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas y acequias de ladera.

La fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), es de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que es apta para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles. Estas tierras necesitan fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, se recomienda la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta. Estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse una cobertura vegetal al suelo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

En las tierras de vocación agrícola y agroforestal es necesario minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En las actividades agrícolas y agroforestales se debe incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a que estas tierras poseen moderada retención fosfórica, es necesario utilizar fertilizantes poco solubles y aplicarlos cercanos al área radicular y aplicaciones más frecuentes.

Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, podría aplicarse Cobre y Hierro. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

La fase de estos suelos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), es de vocación forestal por lo que son tierras aptas para las actividades forestales de producción: Plantaciones forestales y/o manejo del bosque natural. Se recomienda mantener una cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo queden expuestos al impacto de las gotas de lluvia que facilita la escorrentía, para identificar la función se recomienda mantener el sotobosque. En el caso de plantaciones forestales se recomienda la elaboración de terrazas individuales por planta. A su vez, debe realizarse un plan anual de control de incendios forestales para las plantaciones y el manejo del bosque natural.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MBAd1 y MBAdp1 pertenecen a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-2, por lo que son tierras de vocación agrícola. Las fases MBAe1 y MBAep1 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-1, son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MBAf pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, son tierras de vocación forestal.



Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.38 Consociación Tempisque (orden Molisol): Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-ceniza, isotérmica; perfil modal 031306; símbolo MBB

La Consociación Tempisque se encuentra en la finca San Sebastián del municipio de San Miguel Dueñas. Posee una extensión de 1,024 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado húmedo" (Código B) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 y 20.7 °C un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17.6 °C, precipitación anual media de 1,446 mm anuales y una altitud media de 1,704 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. La cobertura vegetal es bosque natural mixto y el uso agrícola con café bajo sombra de macadamia.

Los suelos de esta unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75%), en el tipo de relieve estrato-volcán correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional, ver la Figura 4.80.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arenosa franca Gris muy oscuro pH 6.8	00		
C Arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.2	35		
Ab Arenosa franca Gris muy oscuro pH 7.1	60		
2C Arenosa Pardo grisáceo oscuro pH 6.9	90		
	130x		

Figura 4.80 Perfil modal del Vitrandic Haplustolls (031306) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2010)

En la unidad cartográfica predominan los suelos Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-ceniza, isotérmica (PM 031306) presente en un 90% del área, el 10% restante de la superficie de la unidad está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Tempisque, presenta las siguientes fases:

- **MBBd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (341 ha).
- **MBBe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (270 ha).
- **MBBf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (105 ha).
- **MBBfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), poca pedregosidad superficial, erosión ligera (308 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031306

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031306:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Tempisque
Símbolo		MBB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Haplustolls, familia esquelética – ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Miguel Dueñas
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca San Sebastián
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 465388
		Latitud (Y): 1604461
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7878
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,608 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinada
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,408 mm.
	Temperatura promedio anual	19 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado



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	90 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60% por volumen
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra, macadamia
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Ciprés, pino
Describió		César David García, Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		15-04-2010

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 35 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arenosa franca y de laboratorio arenosa; frecuente gravilla (35%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
35 – 60 cm C	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio arenosa ; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra; límite claro y ondulado.
60 – 90 cm Ab	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arenosa franca y de laboratorio arenosa; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra; límite claro y ondulado.
90 – 130x cm 2C	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo y laboratorio arenosa; extremadamente abundante gravilla (70%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (suelta); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución anormal, no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031306

Cuadro 4.80 Resultados de los análisis físicos del perfil 031306

Profundidad	Densidades g/cc		Porosidades %						Contenido de humedad %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-35	1.29	1.43	47.31	10.2				3.52	7.68	2.11	9.79
35-60	1.08	1.53	58.47	6.62				3.61	26.08	3.33	29.41

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-35	6.68			
35-60	3.01			

Cuadro 4.81 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031306

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-35	93.61	2.22	4.17	A	AF	35.00	6.8	1.06	1.90	0.10			13.53	6.76	Alta
35-60	96.07	2.09	1.84	A	A	60.00	7.2	0.69	1.24	0.06			6.00		
60-90	95.86	2.20	1.94	A	AF	40.00	7.1	1.43	2.58	0.13			8.45		
90-130	95.84	2.21	1.95	A	A	70.00	6.9	0.62	1.11	0.06			7.35		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-35	5.50	5.74		8.31	4.43	1.19	0.10	2.59		80.55	21.64	1.82	47.09	
35-60	10.00	2.05	7.95	4.90	1.59	0.35	0.10	2.86		15.90	3.50	1.00	28.60	
60-90	8.50	3.16	5.34	5.80	2.35	0.69	0.10	2.66		27.65	8.12	1.18	31.29	
90-130	13.50	4.75	8.75	8.36	3.57	1.03	0.13	3.63		26.44	7.63	0.96	26.89	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0-35	SAT	1.34	7.00	35.56	24.04	12.13
35-60	49.00	1.69	0.11	124.24	10.75	13.50
60-90	68.24	3.57	1.50	96.36	10.56	
90-130	61.93	3.15	0.10	62.45	17.18	

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

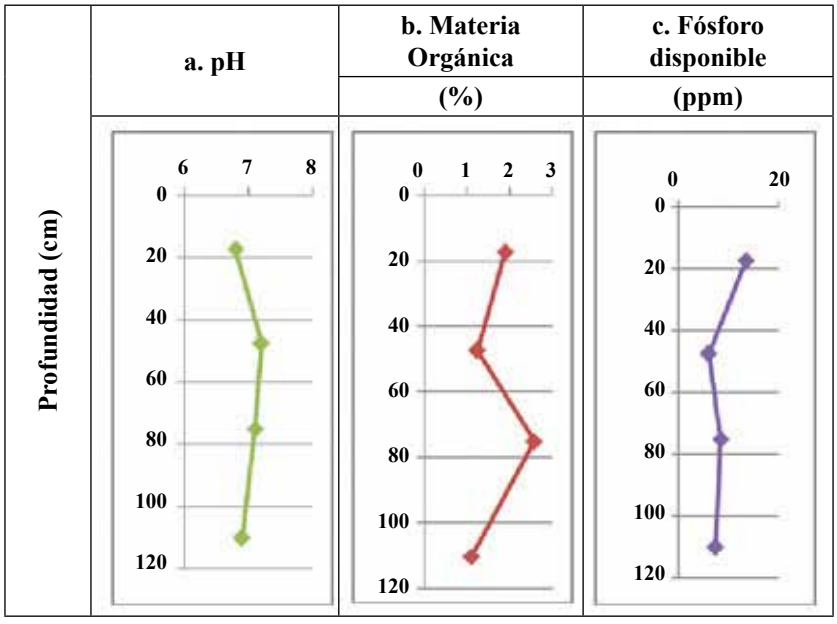


Figura 4.81 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031306

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos de esta unidad, presentan un perfil poco desarrollado de tipo A-C-Ab, como se muestra en la Figura 4.80 y en la descripción del perfil; el horizonte A presenta color gris muy oscuro, textura arenosa franca, frecuente gravilla, estructura en gránulos, finos, débiles, consistencia en húmedo muy friable. El horizonte C, presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura arenosa, abundante gravilla, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta. A partir de los 60 cm se encuentra un horizonte enterrado Ab que posee color gris muy oscuro, textura arenosa franca, abundante gravilla, estructura en gránulos finos, débiles, de consistencia en húmedo muy friable; así como un horizonte 2C, de color pardo grisáceo oscuro, textura arenosa, sin estructura (grano suelto), de consistencia en húmedo suelta. Presenta una porosidad total baja y domina la macroporosidad sobre la microporosidad. El contenido de humedad aprovechable es muy bajo.

La reacción del suelo es neutra en todo el perfil (Figura 4.81). Como puede observarse en el Cuadro 4.81, la capacidad de intercambio de cationes es baja en los primeros tres horizontes y media en el cuarto horizonte, la saturación de bases es alta; la materia orgánica es baja y mantiene el mismo comportamiento en todo el perfil.

Con referencia a los cationes, el Calcio se presenta con valores medios en el primer horizonte, en los restantes posee bajos valores; el Magnesio y Potasio presentan bajos valores. El Fósforo asimilable presenta bajos valores así como es baja la retención fosfórica. Respecto a los elementos menores el Hierro y el Manganeso presentan altos valores, el Zinc presenta altos valores en el primer horizonte y bajos en los demás, mientras que el Cobre presenta bajos valores en todo el perfil. Según los análisis químicos la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos suelos permanecen secos por más de tres meses consecutivos, son suelos minerales con horizonte superficial generalmente grueso y oscuro, bajo en materia orgánica, con abundantes bases en todo el perfil, con intergradaciones ándicas, de texturas gruesas y la temperatura edáfica es isotérmica (entre 15 y 22 °C). Son suelos moderadamente profundos, bien drenados, con baja capacidad de intercambio de cationes, de reacción neutra y fertilidad química alta.

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve, pues se ubican en laderas de estrato-volcán, por lo que sus pendientes son pronunciadas, erosión ligera, texturas gruesas, abundantes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) con presencia de abundantes fragmentos en el perfil y la fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), son de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.



Estas tierras necesitan fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, se recomienda la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta. Estas tierras no se pueden mecanizar 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 deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

En las tierras de vocación agroforestal es necesario minimizar la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas gruesas que poseen necesitan láminas de menor volumen y aplicaciones frecuentes en el tiempo, bien sea mediante goteo o aspersión.

Las fases de estos suelos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), son de vocación forestal por lo que son tierras aptas para las actividades forestales de producción: Plantaciones forestales y/o manejo del bosque natural. Se recomienda mantener una cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo queden expuestos al impacto de las gotas de lluvia que facilita la escorrentía, se recomienda mantener el sotobosque que cumple con la misma función de evitar la erosión. En el caso de plantaciones forestales se recomienda la elaboración de terrazas individuales por planta. A su vez, debe realizarse un plan anual de control de incendios forestales para las plantaciones y el manejo del bosque natural.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MBBd1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-3, por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MBBe1 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-1 y también tiene vocación agroforestal y silvopastoril. Las fases MBBf1 y MBBfp1 pertenecen a la clase VII, sub clase VII p y grupo de manejo VII p-1 por lo que son tierras de vocación forestal.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.39 Consociación Los Encinos (orden Andisol): Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - medial, amórfica, isotérmica; perfil modal 031106; símbolo MBC

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones del paraje Los Encinos, las fincas De Marín, El Panorama, Guadalupe, Palta, granjas Horizontes, Los Pepinos, San Antonio y labor El Mirador, complejo deportivo y campo de golf Monte María Country Club, del municipio de Santa María de Jesús. Posee un área de 829 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “templado húmedo” (Código B) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17.0 °C, precipitación anual media de 1,457 y una altitud media de 1,696 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Como se observa en la Figura 4.82, la cobertura vegetal es de tipo boscosa y el uso principal de la tierra es agrícola.



Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez); con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), en el paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve estrato-volcán.

La unidad está compuesta por el suelo modal Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - medial, amórfica, isotérmica (PM 031106) en un 70% (Figura 4.82); suelos de los tipos Andic Humustepts, familia esquelética-ceniza, isotérmica, (031108) en un 20% y Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (PI 031105) en un 10% de la superficie de la unidad.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo muy oscuro pH 6.4	00		
Bw1 Franco limosa Pardo oscuro pH 6.7	35		
Bw2 Franco limosa Pardo oscuro a pardo pH 6.7	55		
Cr Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.0	85		
	120x		

Figura 4.82 Perfil modal del Vitric Haplustands (031106) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2009)

Las inclusiones de la consociación corresponden a los suelos Andic Humustepts, familia esquelética-ceniza, isotérmica, (031108) están caracterizados por ser suelos superficiales, moderadamente drenados, de texturas gruesas y fertilidad química muy alta; los suelos Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (031105), son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas medias, fertilidad química muy alta y erosión ligera. Suelos utilizados en ganadería, agricultura y forestería (ver detalles de los perfiles en el Anexo B).

La Consociación Los Encinos, presenta las siguientes fases:

- **MBCd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (812 ha).
- **MBCe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (17 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031106

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031106:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Los Encinos
Símbolo		MBC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética-medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa María de Jesús
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Quintas Reino de la Naturaleza
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 479498
		Latitud (Y): 1597234
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2293
	Línea de vuelo No.	229
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,552 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinada
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,491 mm.
	Temperatura promedio anual	18 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento
	Natural	Bien drenado
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	Fragmentos de roca >60%, material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol, güisquil
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo



Vegetación natural	Encino, pino, ciprés
Describió	Cesar David García Sic, Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción	24-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 35 cm Ap.	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en migajones, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
35 – 55 cm. Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (2%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite difuso.
55 – 85 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/2); textura de campo franco limosa y de laboratorio franco limosa; frecuente gravilla (10%) y piedra (35%), irregular y subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros, finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y plano.
85 – 120x cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillosa; fragmentos, piedra (70%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031106

Cuadro 4.82 Resultados de los análisis físicos del perfil 031106

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
0-35	0.83	1.07	64.08	20.12				7.39	15.39	7.04	22.43
35-55	0.86	1.23	36.46	27.33				19.71	7.53	22.55	30.08

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-35	12.73			
35-55	7.63			

Cuadro 4.83 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 031106

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-35	47.71	48.71	3.58	FA	F	5.00	6.4	3.92	7.45				0.12	7.52	Alta
35-55	35.27	60.69	4.05	FL	F	2.00	6.7	2.66	5.05				ND		
55-85	18.86	77.12	4.02	FL	FL	45.00	6.7	3.08	5.85				ND		
85-120					Ar	70.00									

profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-35	29.44	11.59	17.85	11.59	9.88	1.32	0.32	0.07		33.57	4.47	1.09	0.25	
35-55	37.78	10.12	27.66	10.12	8.72	1.19	0.12	0.08		23.09	3.16	0.32	0.22	
55-85	57.22	16.27	40.95	16.27	14.35	1.62	0.11	0.18		25.08	2.84	0.20	0.31	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0-35	39.37	0.15	3.85	5.45	20.40	41.50
35-55	26.79	0.30	0.15	2.50	11.60	44.90
55-85	28.43	0.10	0.10	0.75	5.85	39.10

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro.4.84 Resultados del análisis mineralógico del perfil 031106

Minerales presentes en la fracción de arena	Profundidad (cm)		
	0-35	35-55	55-85
Feldespatos	69%	47%	54%
Vidrio volcánico	1%	tr	Tr
Hornblenda	1%	5%	Tr
Hiperstena	6%	10%	2%
Diópsido	10%	15%	11%
Magnetita	2%	13%	3%
Hematita	2%	8%	29%
Fragmento de toba	9%	tr	Tr
Granos alterados	tr	2%	1%
Biotita	_	_	_
Lamprobolita	tr	tr	Tr
Cuarzo	_	_	_
Circón	_	_	_
Minerales presentes en la fracción de arcilla	**Profundidad (cm)**		
	0-35	**35-55**	**55-85**
Material no cristalino	++++	++++	++++
Feldespatos	tr	tr	Tr
Haloisita	-	-	-
Intergrados 2:1 – 2:2	_-	_-	-_

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	?



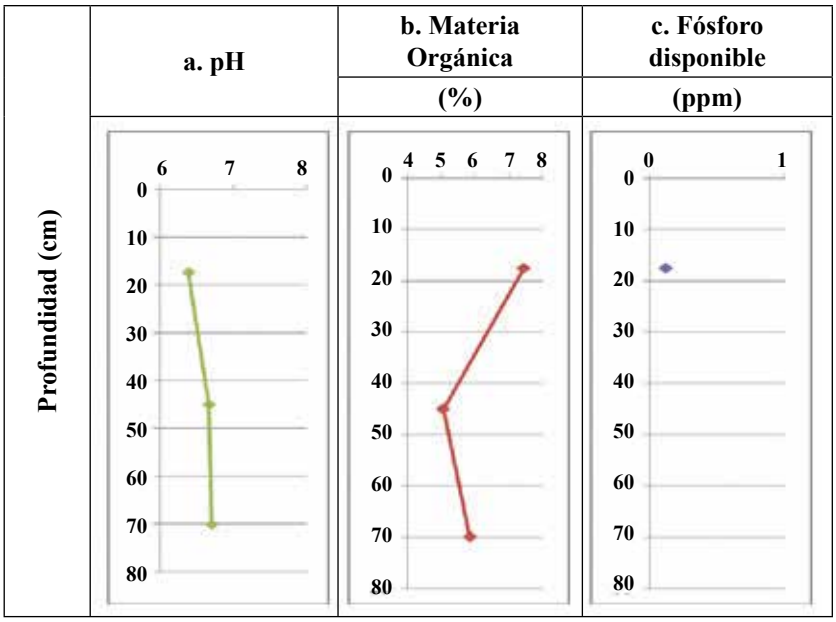


Figura 4.83 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031106

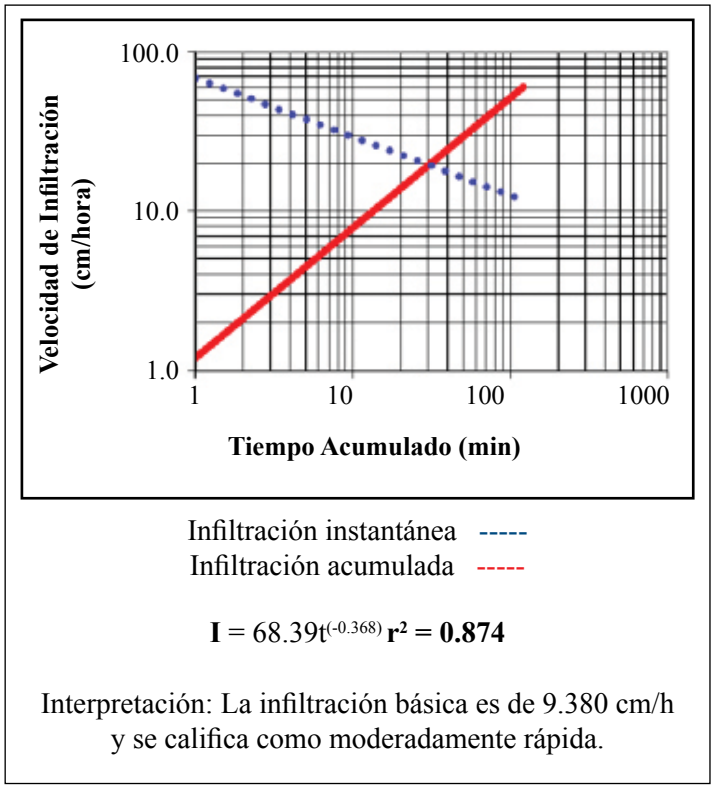


Figura 4.84 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderadamente rápida" resultante de las pruebas hidrodinámicas para los suelos de la Consociación Los Encinos. PM 031106

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.82 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A - B - C; en donde se observa que el horizonte A se divide en Ap de color pardo muy oscuro, textura franca, presencia de gravilla, estructura en migajones, finos y medios, moderados y consistencia en húmedo muy friable. El segundo horizonte es un Bw1, de color pardo oscuro, textura franca, presencia de gravilla, estructura de bloques subangulares finos y medios, moderados, consistencia en húmedo friable. El tercer horizonte es un Bw2, de color pardo oscuro a pardo, textura franco limosa, presencia de gravilla, estructura en bloques subangulares, medios y moderados, consistencia en húmedo friable. El horizonte Cr es de textura arcillosa, color pardo amarillento oscuro, sin estructura (masiva). Como se observa en el Cuadro 4.82, la porosidad total es baja en el primer horizonte y media en el segundo, la humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo.

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.83 y Figura 4.83, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra; los valores de pH se incrementan con la profundidad, la capacidad de intercambio de cationes es alta; el contenido de materia orgánica es alto; la saturación de bases es media en el primer horizonte y baja en los siguientes.

Con respecto a los cationes, el Calcio presenta valores altos; el contenido de Potasio es medio en el primer horizonte y bajos valores en los demás horizontes; el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible es bajo en todo el perfil, la retención fosfórica es moderada.

Con respecto a los elementos menores el Manganeso presenta altos valores, el Zinc presenta valores medios en el primer horizonte y bajos valores en los demás; Cobre y Hierro presentan valores bajos. La fertilidad química de los suelos es alta.

Los resultados del análisis mineralógico, mostrados en el Cuadro 4.84, confirman el origen de estos suelos y su baja evolución. Los feldespatos son los minerales predominantes en la fracción arena, seguidos por los piroxenos, mientras que los anfíboles se presentan en cantidades bajas y los minerales de hierro (hematita y magnetita) abundan en los endopedones. La fracción arcilla está integrada por materiales no cristalinos.

Como se observa en la Figura 4.84, la velocidad de infiltración se califica como moderadamente rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

En esta unidad se encuentran suelos derivados de cenizas volcánicas, presentan moderada adsorción de fósforo por efecto de los coloides que integran la fracción arcilla, permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año por lo que debe aplicarse riego en época seca para mantener su producción durante el año, son de texturas medias, presentan abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y tienen temperatura isotérmica (entre 15 y 22 °C). Son suelos moderadamente profundos, bien drenados, de media a baja saturación de bases y alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fertilidad química alta.

Limitantes principales: pendientes inclinadas, erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.



La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) es de vocación para la agricultura con cultivos de diferentes ciclos de producción. La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), es de vocación agroforestal y/o sistemas extensivos silvopastoriles.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. En las tierras de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales en cada planta. En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que los agregados del suelo no queden expuestos al impacto de las gotas de lluvia ya que aumenta la erosión, por lo que debe mantenerse los suelos bajo una cobertura vegetal.

En las actividades agrícolas y agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada retención fosfórica que poseen es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos poco solubles, cercanos al área radicular y en forma frecuente. Respecto a los elementos menores y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre, Zinc y Hierro. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas medias que presentan necesitan láminas de mayor volumen y aplicaciones espaciadas.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MBCd1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-2, son tierras que tienes vocación agrícola. La fase MBCe1 pertenece a la clase VI y subclase VI p y grupo de manejo VI p-1, son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.40 Consociación Río Blanco (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica; perfil modal 031303; símbolo MBD



Los suelos de esta unidad se localizan en jurisdicción del municipio de San Miguel Dueñas y por el tipo de relieve donde se asienta no hay poblaciones incluidas. Posee un área de 37 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es “templado húmedo” (Código B), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 y 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17°C, precipitación anual media de 1,269 mm anuales y una altitud media de 1,742 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano

bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. La principal cobertura vegetal de la consociación, es el bosque natural mixto (pino y encino) ccomo se observa en la Figura 4.85.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franca Pardo muy oscuro pH 7.3	00		
C1 Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.4	25		
C2 Arenosa franca Pardo oscuro pH 7.3	65		
	130x		

Figura 4.85 Perfil modal del Andic Haplustolls (031303) en paisaje montaña volcano-erosional (Fotos: G. Bonilla, 2009)

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez); en terrenos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), en el paisaje montaña volcano-erosional en un tipo de relieve de estrato-volcán

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica (PM 031303), en un 90%; el 10% restante de la superficie de la unidad está constituido por suelos no diferenciados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Río Blanco presenta la siguiente fase:

- **MBDf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (37 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031303

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031303

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Río Blanco
Símbolo		MBD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Miguel Dueñas
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 464573
		Latitud (Y): 1606485
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7809
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Cañones y cañadas
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,775 msnm
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpada
	Rango de la pendiente	50 - 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,262 mm.
	Temperatura promedio anual	17 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	15.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	65 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60% por volumen
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay



	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Pino, ciprés, encino, mano de león
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		23-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 25 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medios y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra; límite claro y ondulado.	
25 – 65 cm C1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo 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; muchos poros, medios y gruesos, irregulares, continuos; muchas 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 7.4, reacción ligeramente alcalina; límite difuso.	
65 – 130x cm C2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arenosa franco y de laboratorio franco arenosa; extremadamente abundante gravilla (65%), 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, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas medias y gruesas, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra.	

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031303

Cuadro 4.85 Resultados de los análisis físicos del perfil 031303

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
0-25	0.91	1.29	21.35	16.13				6.15	7.20	22.25	29.46
25-65	1.2	1.47	28.15	19,70				12.38	5.51	26.25	18.37

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	9.98
25-65	15.77

Cuadro 4.86 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031303

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	49.15	49.74	1.12	FA	F	2.00	7.3	4.82	9.16				10.27	8.56	Muy alta
25-65	61.70	37.36	0.93	FA	FA	20.00	7.4	1.22	2.32				8.49		
65-130	64.31	32.67	3.02	FA	AF	65.00	7.3	0.68	1.29				12.15		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	**34.44**	**32.38**		**32.38**	**24.70**	**6.58**	**1.04**	**0.06**		**71.71**	**19.11**	**3.02**	**0.17**	
25-65	12.78	12.93		12.93	10.08	2.30	0.47	0.08		78.92	18.03	3.66	0.59	
65-130	10.56	8.62	1.94	8.62	5.52	2.55	0.47	0.08		52.26	24.16	4.42	0.80	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	94.00	0.35	5.35	13.30	47.20	8.80			
25-65	SAT	2.20	1.95	82.30	17.65	9.40	2.70	1.70	
65-130	81.64	4.45	1.80	98.25	10.50				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

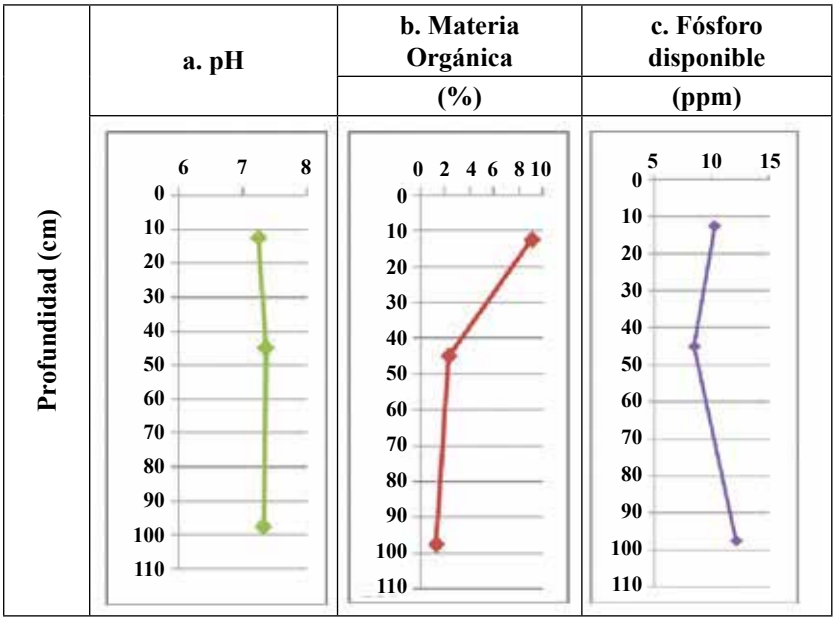


Figura 4.86 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica c. fósforo disponible. PM 031303

C). Interpretación de los resultados de laboratorio



De acuerdo con la Figura 4.85, los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A – C; en donde se observa que el horizonte A es de color pardo muy oscuro, textura franca, presencia de gravilla, estructura en gránulos, finos débiles y consistencia en húmedo muy friable. El segundo horizonte es un C1 con textura franco arenosa, de color pardo grisáceo muy oscuro, presencia de gravilla, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta. El tercer horizonte es un C2 con textura arenosa franca, de color pardo oscuro, presencia de gravilla, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta. Como se observa en el Cuadro 4.85 la porosidad total es baja en el primero y segundo horizonte, domina la microporosidad sobre la macroporosidad; la humedad aprovechable es muy baja en el primer horizonte y baja en el segundo.

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.86 y la Figura 4.86, la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente alcalina; la capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte, media en los siguientes; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y bajo en los siguientes; la saturación de bases es alta en todos los horizontes del perfil.

Respecto a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan altos valores; el Magnesio es alto en el primer horizonte y medio en los siguientes. El contenido de Fósforo disponible es bajo en todos los horizontes del perfil, la retención fosfórica es baja.

Respecto a elementos menores el Manganeso se presenta con altos valores; el Zinc y el Hierro presentan valores medios en el primer horizonte, el Hierro es alto en los demás horizontes mientras que el Zinc presenta valores bajos en los restantes horizontes. El Cobre presenta valores bajos en el primer horizonte y se incrementa en profundidad. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con abundantes bases en todo el perfil, régimen de humedad ústico (perfil seco por más de 90 días), presentan intergradaciones ándicas, de texturas moderadamente gruesas, temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C). Son suelos moderadamente superficiales, excesivamente drenados, alta a media capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a ligeramente alcalina y fertilidad química muy alta.

Principales limitantes: pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, suelos moderadamente superficiales, texturas moderadamente gruesas, abundantes fragmentos de roca en el perfil, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estas tierras poseen vocación forestal (plantaciones forestales y manejo productivo del bosque natural), Es necesario minimizar la erosión eólica, por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal y el sotobosque. Todas las actividades forestales deben realizarse por medio de planes de manejo así como deben implementarse programas de control de incendios forestales.

En las plantaciones forestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y hojarasca. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MBDf3, pertenece a la clase VII, subclase VII pes y grupo de manejo VII pes-1; son tierras de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.1.41 Consociación Chiatinival (orden Molisol): Vitrandic Haplustolls, familia esquelética - ceniza, isotérmica; perfil modal 031109; símbolo MBE

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del paraje Chiatinival y la comunidad Indígena Pantiguat del municipio de Santa María de Jesús. Posee un área de 507 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado húmedo" (Código B), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 y 20.7 °C un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17.8 °C, precipitación anual media de 1,278 mm y una altitud media de 1,636 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Como se observa en la Figura 4.87, la agricultura constituye el uso principal de la tierra.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arenosa franca Pardo amarillento oscuro pH 6.1	00		
Bw Arenosa franca Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.2	25		
C1 Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.2	40		
C2 Arenosa franca Pardo amarillento oscuro pH 7.2	95 130x		

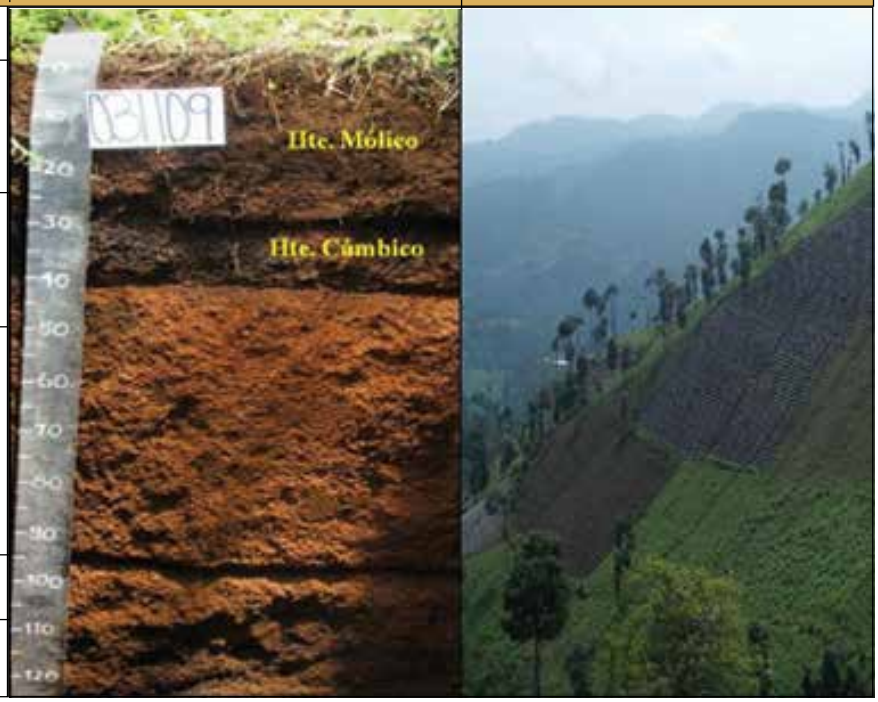


Figura 4.87 Perfil modal del suelo Vitrandic Haplustolls (031109) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: J. del Cid, 2009)

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez); en terrenos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75%); en el paisaje montaña volcano-erosional en un tipo de relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Vitrandic Haplustolls, familia esquelética - ceniza, isotérmica (PM 031109), en un 90%, el 10% restante de la unidad esta formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Chiatinival, presenta las siguientes fases:

- **MBEe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (358 ha).
- **MBEf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (149 ha).

A). |Descripción del perfil modal No 031109

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031109:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chiatinival
Símbolo		MBE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitrandic Haplustolls, familia esquelética - ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa María de Jesús
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Pancel a 100 mt del camino principal
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 480018
		Latitud (Y): 1599935
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7562
	Línea de vuelo No.	247
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,762 msnm
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpada
	Rango de la pendiente	25-50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,299 mm.
	Temperatura promedio anual	16 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Medio a rápido
	Natural	Excesivo
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	95 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60% por volumen
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, güicoy, frijol, café
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		No hay
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera, Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		23-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, muy finas y finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1,reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
25 – 40 cm Bw	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (50%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, gruesos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra; límite claro y plano.
40 – 95 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo y laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (45%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, gruesos, tubulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
95 – 130x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; 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; frecuentes poros, gruesos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031109

Cuadro 4.87 Resultados de los análisis físicos del perfil 031109

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
0-25	0.97	1.48	28.89	19.02				5.81	11.77	22.69	34.46
25-40	0.66	1.39	29.25	13.19				10.47	28.84	23.68	52.52
40-95	0.86	1.38	33.57	19.28				6.70	16.04	21.64	37.68

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	13.21			
25-40	2.72			
40-95	12.58			

Cuadro 4.88 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031109

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	51.67	44.68	3.66	FA	AF	40.00	6.1	0.92	1.75				26.23	7.74	Alta
25-40	57.87	41.04	1.09	FA	AF	50.00	7.2	0.16	0.30				8.39		
40-95	47.12	49.08	3.80	FA	FA	45.00	7.2	0.22	0.42				2.80		
95-130	56.07	40.22	3.71	FA	AF	80.00	7.2	0.13	0.25				2.04		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	23.33	13.94	9.39	13.94	10.83	1.87	1.13	0.11		46.43	8.02	4.86	0.45	
25-40	15.00	11.94	3.06	11.94	8.71	2.02	0.96	0.25		58.07	13.44	6.39	1.69	
40-95	23.89	18.46	5.43	18.46	12.97	3.70	1.62	0.17		54.28	15.50	6.79	0.71	
95-130	21.11	18.48	2.63	18.48	12.32	4.46	1.40	0.29		58.35	21.14	6.64	1.40	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	59.76	3.25	1.35	28.30	20.70	11.40			
25-40	79.59	6.40	1.20	42.70	3.50	9.40	1.70	1.80	
40-95	77.28	2.85	1.10	21.95	4.20				
95-130	87.52	2.55	0.50	26.40	2.90				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

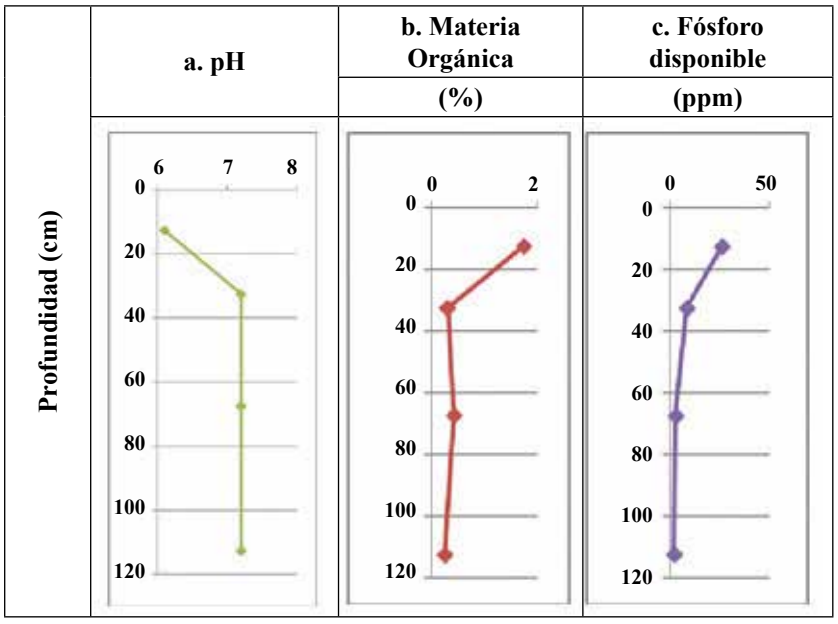


Figura 4.88 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031109

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.87 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A - B - C; el horizonte presenta Ap un color pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, con presencia de gravilla, estructura en bloques subangulares, finos, débiles y consistencia en húmedo muy friable. El segundo horizonte es un Bw, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arenosa franca, con presencia de gravilla, estructura de bloques subangulares finos y débiles, consistencia en húmedo suelta. El horizonte C se subdivide en C1 y C2, de textura franco arenosa y arenosa franca, con presencia de gravilla, color pardo amarillento oscuro, sin estructura (masivo y grano suelto).

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.88 y la Figura 4.88 la reacción de suelo varía de ligeramente ácida a neutra, los valores de pH se incrementan con la profundidad, la capacidad de intercambio de cationes es media en el segundo horizonte y alta en los demás; la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es bajo. La porosidad total es media en el primer y tercer horizonte, alta en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es muy baja en el segundo horizonte y baja en el primer y tercero

Con respecto a los cationes, el Calcio y Potasio presentan niveles altos en todos los horizontes; Magnesio presenta valores medios en los dos primeros. El contenido de Fósforo disponible es bajo y la retención fosfórica es baja en todo el perfil. Respecto a los elementos, el Hierro presenta niveles altos, el Manganeso, altos en el primer horizonte y bajos en los demás; el Cobre presenta valores medios y el Zinc presenta niveles bajos en todos los horizontes. Según los análisis químicos la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos son suelos minerales que presentan intergradaciones ándicas, permanecen secos por más de tres meses consecutivos (régimen ústico), con una temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C), son de texturas moderadamente gruesas, presentan fragmentos de roca en el perfil, son suelos moderadamente profundos, excesivamente drenados, alta a media capacidad de intercambio de cationes, alta saturación de bases, reacción ligeramente ácida a neutra y fertilidad química alta.

Las principales limitantes de estos suelos son: pendientes escarpadas, erosión ligera, drenaje excesivo, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), tiene vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y/o sistemas silvopastoriles.



La fase con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), tiene vocación forestal y por lo tanto, son aptas para implementar plantaciones forestales y manejo para la producción forestal del bosque natural.

Respecto a la fase de vocación agroforestal, en su manejo es necesario establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales.

En las tierras de vocación agroforestal y forestal es necesario minimizar la erosión eólica, por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal.

En las actividades agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, podría aplicarse Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a las texturas gruesas debe aplicarse menor volumen agua y aplicaciones frecuentes, mediante riego por aspersión o goteo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MBEe1 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y al grupo de manejo VI ps-1, por lo que su vocación es agroforestal y silvopastoril; la fase MBEf1 pertenece a la clase VII, la subclase VII p y al grupo de manejo VII p-1 de vocación forestal (plantaciones forestales y manejo del bosque natural).

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.42 Consociación San Juan del Obispo (orden Molisol): Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, amórfica, isotérmica; perfil modal 031201; símbolo MQA

La Consociación San Juan del Obispo, debe su nombre a la población de San Juan El Obispo, en cuyos linderos se incluye y se distribuye entre los municipios de Alotenango, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y Santa María de Jesús. Posee una extensión de 1,328 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “templado subhúmedo” (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17 °C, precipitación anual media de 1,037 mm y una altitud media de 1,721 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. El uso principal de las tierras de esta unidad es agricultura, cultivándose maíz, zanahoria, camote y aguacate.

Los suelos de esta unidad, se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), en el tipo de relieve estrato-volcán correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional, ver la Figura 4.89, donde también se presenta el perfil modal 031201.



Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Gris muy oscuro pH 6.6	00		
Bw Arenosa Pardo oscuro pH 7.4	40		
C Arenosa Pardo oscuro a pardo pH 7.8	85 125x		

Figura 4.89 Perfil modal del Vitrandic Haplustolls (031201) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: D. Yoc, 2009)

En la unidad cartográfica predominan los suelos Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, amórfica, isotérmica (PM 031201) presente en un 90% del área, el 10% restante está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación San Juan del Obispo, presenta la siguiente fase:

- **MQAdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (1,328 ha).

A). Descripción del perfil modal No. 031201

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031201:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación San Juan del Obispo
Símbolo		MQA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, amórfica, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Ciudad Vieja
	Aldea	El Colocho
	Caserío, sector, sitio, finca	Faldas del Volcán
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 471612
		Latitud (Y): 1604317

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7872
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,725 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinada
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	957 mm.
	Temperatura promedio anual	17.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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	125 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Zanahoria, maíz, camote, aguacate
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Encino, pino
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		22-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 40 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, muy finas y finas, vivas y muertas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro e irregular.	



40 – 85 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/6); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.4, reacción ligeramente alcalina; límite difuso.
85 – 125x cm C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.8 reacción ligeramente alcalina.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031201

Cuadro 4.89 Resultados de los análisis físicos del perfil 031201

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
0-40	1.09	1.29	16.20	10.59				6.05	5.37	10.14	15.50
40-85	1.21	1.37	55.83	11.07				6.55	9.36	2.32	11.68

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-40	4.55			
40-85	4.52			

Cuadro 4.90 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031201

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-40	65.60	31.31	3.09	FA	FA	30.00	6.6	1.82	3.46				48.81		
40-85	47.86	48.73	3.41	FA	A	35.00	7.4	0.62	1.18				12.79	8.04	Alta
85-125	57.57	39.04	3.39	FA	A	35.00	7.8	0.26	0.49				16.45		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-40	13.33	11.63	1.70	11.63	10.46	0.80	0.30	0.08		78.44	6.02	2.22	0.57	
40-85	7.78	7.89		7.89	6.54	0.99	0.26	0.10		84.06	12.69	3.38	1.31	
85-125	7.78	9.50		9.50	7.78	1.25	0.35	0.12		99.97	16.13	4.51	1.50	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-40	87.25	1.65	7.30	22.85	14.10	11.80	0.44	0.86	
40-85	SAT	3.75	1.00	134.20	5.00	10.70	0.45	0.86	
85-125	SAT	5.20	0.95	81.70	4.35				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^++Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.91 Resultados de mineralogía del perfil 031201

Especies minerales de la fracción de arena	Profundidad (cm)		
	0-40	40-85	85-125
Feldespatos	67%	75%	63%
Vidrio volcánico	4%	5%	4%
Hornblenda	2%	Tr	Tr
Hiperstena	4%	1%	1%
Diópsido	12%	6%	16%
Magnetita	2%	2%	7%
Hematita	Tr	2%	2%
Fragmentos de toba	9%	9%	7%
Granos alterados	tr	Tr	Tr
Biotita	-	-	-
Lamprobolita	-	-	-
Fitolitos	-	-	-
Rutilo	-	-	-
Circón	-	Tr	Tr
Especies minerales de la fracción de arcilla	**Profundidad (cm)**		
	0-40	**40-85**	**85-125**
Material no cristalino	++++	++++	++++
Haloisita	tr	-	-
Feldespatos	tr	+	+
Intergrados 2:1-2:2	-	-	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	?

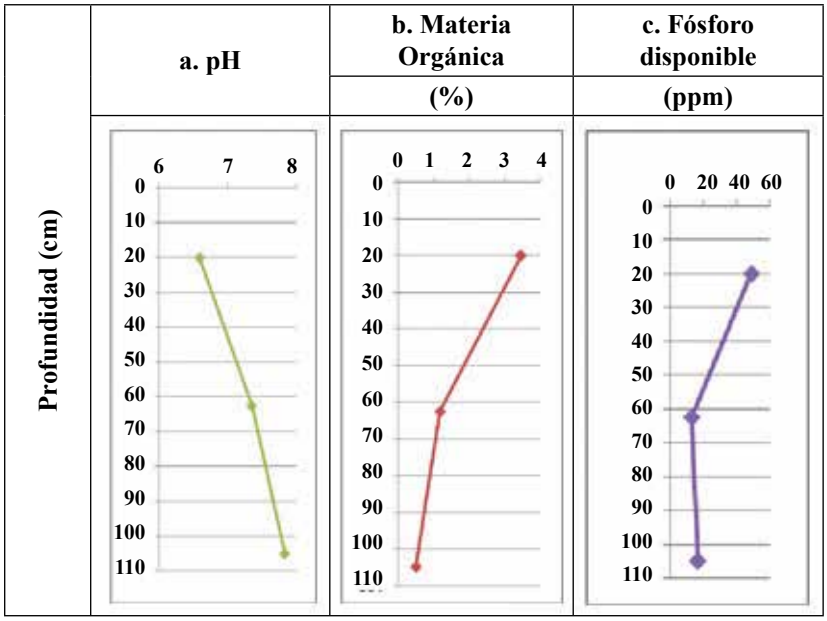


Figura 4.90 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica c. fósforo disponible. PM 031201

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como puede observarse en la Figura 4.89, los suelos de esta unidad presentan un perfil moderadamente evolucionado de tipo A-B-C. El horizonte Ap presenta color gris muy oscuro, textura franco arenosa, frecuente gravilla, estructura en gránulos, finos, débiles y consistencia en húmedo muy friable, el horizonte Bw es de color pardo oscuro, textura arenosa, frecuente gravilla, estructura en gránulos finos y débiles, de consistencia en húmedo suelta. El horizonte C tiene color pardo oscuro a pardo, textura arenosa, frecuente gravilla, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. Como se observa en el Cuadro 4.89, el perfil presenta porosidad total baja y muy baja humedad aprovechable.
La reacción del suelo varía de neutra a ligeramente alcalina, tal como se muestra en la Figura 4.90 y el Cuadro 4.90, la capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte y baja en los horizontes subsiguientes, la saturación de bases presenta altos valores; el contenido de materia orgánica presenta bajos valores en todo el perfil.

Con respecto a los cationes, el Calcio presenta altos valores; el Potasio presenta valores altos en el primer horizonte y valores medios en los restantes horizontes; el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo asimilable se presenta con altos valores en el primer horizonte y valores medios en los restantes, la retención fosfórica es baja. Respecto a los elementos menores, el Hierro se encuentra en altos valores, el Zinc y el Manganeso presentan altos valores en el primer horizonte y bajos en los siguientes horizontes. El Cobre se presenta con valores bajos en el primer horizonte y medios a altos del segundo al tercer horizonte. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

La fracción arena de este suelo está constituido principalmente por los feldespatos y en menores cantidades se encuentra el Díopsido, fragmentos de toba y vidrio volcánico, entre otros. Por su parte la fracción arcilla esta constituida prácticamente por material no cristalino en más del 50%, feldespatos en cantidades menores al 15% tal como se muestran los resultados del Cuadro 4.91.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con abundantes bases en todo el perfil, presentan régimen de humedad ústico por lo que permanecen secos por más de tres meses consecutivos durante el año, presentan intergradaciones ándicas, en la fracción arcilla dominan los materiales amorfos, la temperatura edáfica es isotérmica (entre 15 y 22 °C). Suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, alta saturación de bases, media a baja capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra a ligeramente alcalina, fertilidad química alta.



Presenta las siguientes limitantes: posición en el relieve ya que se ubican en laderas de estrato-volcán con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, mediana pedregosidad en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estas tierras son de vocación agrícola por lo que su aptitud es para el establecimiento de cultivos de diferente ciclo de producción. Estas tierras necesitan fuertes prácticas de conservación de suelos: debe sembrarse al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, construir acequias de ladera y pozos de infiltración. Incluso es recomendable realizar terrazas si se quisiera implementar cultivos hortícolas.

Para minimizar la erosión eólica, se recomienda establecer cortinas rompevientos. A su vez, estas tierras necesitan la incorporación constante de materia orgánica para mantener su fertilidad y mejorar su estructura y drenaje. Se recomienda la incorporación de abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosecha.

Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno, Potasio y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas moderadamente gruesas que poseen necesitan láminas de menor volumen y aplicaciones frecuentes en el tiempo, bien sea mediante goteo o aspersión.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MQAdp1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-4, por lo que son tierras de vocación agrícola.

Para conocer los cultivos que se adaptan a la fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.43 Consociación Guachipilín (orden Inceptisol): Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; perfil modal 030405; símbolo MQB

Los suelos de esta unidad se localizan en la granja Archi y la finca Venecia, del municipio de San Miguel Dueñas; en la finca San José Yalú del municipio de Sumpango, en la aldea San Andrés Ceballos del municipio de San Antonio Aguas Calientes; en el caserío Zorzoyá, en las fincas El Refugio y Xelajú, en la Labor Las Mercedes y en los alrededores de la cabecera municipal del municipio de San Lucas Sacatepéquez; asimismo, en la colonia Rosa Reyes del municipio de Ciudad Vieja. Posee un área de 2,341 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado subhúmedo" (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 18.1 °C, precipitación anual media de 982 mm y una altitud media de 1,684 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Como se observa en la Figura 4.91 el principal tipo de cobertura vegetal es el bosque mixto (pino y encino).



Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.3	00		
Bw Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.2	25		
Cr Franca Pardo amarillento oscuro pH 6.9	65		
	120x		

Figura 4.91 Perfil modal del suelo Typic Humustepts (030405) en paisaje de montaña volcano-erosional, (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PI 030405), en un 90% de la superficie de la unidad; el 10% restante corresponde a otros suelos no identificados a la escala del estudio.

La Consociación Guachipilín presenta las siguientes fases:

- **MQBe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (651 ha).
- **MQBe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (238 ha).
- **MQBf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%), erosión ligera (1,155 ha).
- **MQBg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (297 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030405

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030405:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Guachipilín
Símbolo		MQB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Sumpango Sacatepéquez
	Aldea	Finca San José Yalú
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 472544
		Latitud (Y): 1625625
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8478
	Línea de vuelo No.	220
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Piroclastos consolidados (tobas)
Altitud		1,824 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpada
	Rango de la pendiente	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm.
	Temperatura promedio anual	16 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligera
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
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
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca, presencia de material compactado
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		02-09-2009



PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, medios moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
25 – 65 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
65 – 120x cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (2%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo extremadamente firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, muy finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030405

Cuadro 4.92 Resultados de los análisis físicos del perfil 030405

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %			
cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Micro	Total
0-25	0.77	1.3	71.27	20.33				14.35	29.14	11.63		40.77
25-65	0.91	1.42	81.6	25.55				22.49	24.67	11.25		35.92

Profundidad	Humedad aprovechable
cm	%
0-25	5.98
25-65	3.06

Cuadro 4.93 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030405

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	55.61	25.03	19.36	FA	FAr	2.00	6.3	1.85	3.52				1.93		
25-65	51.18	28.41	20.4	FA	FAr	2.00	6.2	0.71	1.34				9.50	7.71	Alta
65-120	26.64	49.71	23.65	F	Ar	2.00	6.9	0.27	0.51				3.89		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %					
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SNa	SAl
0-25	17.50	8.93	8.57	8.93	6.08	2.16	0.46	0.23		34.74	12.37	2.62	3.79	1.32	
25-65	25.00	11.12	13.88	11.12	7.10	3.02	0.44	0.57		28.38	12.07	1.75	8.06	2.29	
65-120	27.50	16.27	11.23	16.27	10.10	3.80	1.77	0.60		36.71	13.83	6.43		2.18	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico %	
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	51.04	2.54	0.46	44.50	6.80					
25-65	44.49	2.66	1.00	44.40	11.90					
65-120	59.15	2.42	1.46	14.50	1.80					

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

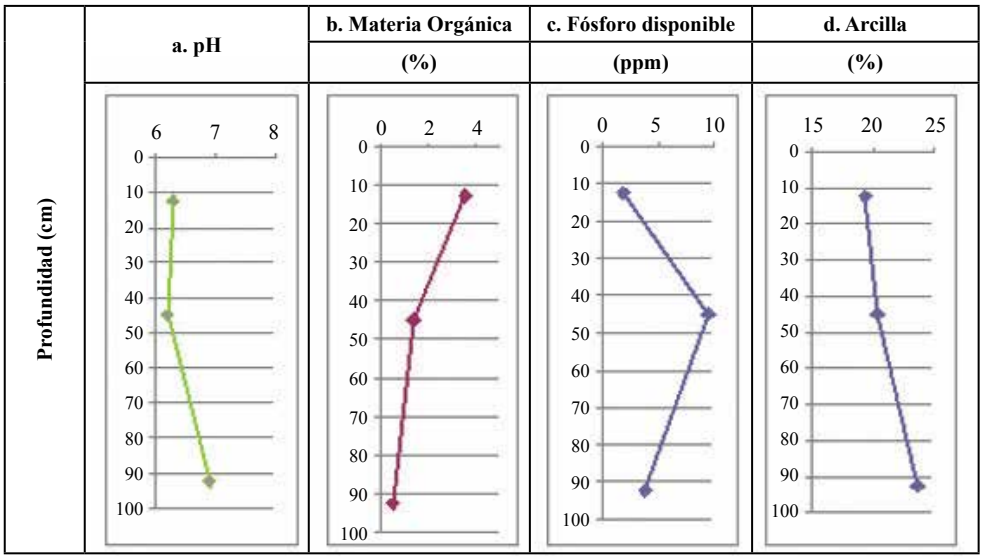


Figura 4.92 Características químicas y físicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica, c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 030405

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.91 los suelos presentan un perfil ligeramente evolucionado del tipo A-B-C; en donde se observa el horizonte A de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques angulares, medios, moderados y consistencia friable. El segundo horizonte es un Bw, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, bloques angulares, consistencia friable. El horizonte C es de color pardo amarillento oscuro, textura franca, sin estructura (masivo). Como se observa en los resultados del Cuadro 4.92 la porosidad total es media, domina la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es muy baja.

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.93 y la Figura 4.92, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte, alta en los demás; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte, bajo en los demás; la saturación de bases varía de alta a media.

Respecto a los cationes, el Calcio, Potasio y Magnesio presentan altos valores. El contenido de Fósforo disponible es bajo. Respecto a elementos menores, el Hierro y el Manganeso presentan altos valores, el Cobre presenta valores medios. El Zinc presenta bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Los suelos son moderadamente superficiales, drenaje moderado, de texturas moderadamente gruesas, de alta a media saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra y fertilidad alta. Son suelos minerales, el horizonte superficial es grueso y oscuro, contenido de materia orgánica medio y se reduce en profundidad, presentan régimen de humedad ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año, su temperatura es isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Sus principales limitaciones son: pendientes muy pronunciadas (de 25% hasta mayores de 75%); presentan erosión ligera, erosión moderada y déficit de lluvias en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25 - 50%) son de vocación agroforestal, aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

La fase de estos suelos que posee pendientes moderadamente escarpadas (50 - 75%) es de vocación forestal y apta para implementar actividades tales como plantaciones forestales y manejo para la producción forestal del bosque natural.

La fase de estos suelos que posee pendientes fuertemente escarpadas (> 75%) es de vocación para conservación de la cobertura boscosa y protección de la biodiversidad por lo que deben conservarse sin intervención antrópica.

Respecto a las fases de vocación agroforestal, en su manejo es necesario establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. En las tierras de vocación agroforestal y forestal es necesario minimizar la erosión eólica, por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal.

En las actividades agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y en función de la rentabilidad de los cultivos que se establezcan, debe aplicarse Cobre y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a las texturas moderadamente gruesas debe aplicarse mayor volumen de agua y aplicaciones espaciadas, mediante riego por aspersión o goteo.



Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

En las tierras de conservación, debe favorecerse la regeneración natural, revegetalizar con especies nativas donde falte cobertura, evitar la depredación de la cobertura boscosa y realizarse un plan de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MQBe1 y MQBe2, pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4; con vocación agroforestal y silvopastoril; la fase MQBf1 pertenecen a la clase VII , la subclase VII p y grupo de manejo VII p-4 con vocación forestal; la fase MQBg1 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, con vocación para la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.44 Consociación Nueva Esperanza (orden Entisol): Typic Ustorthents, familia francosa gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica; perfil modal 040205; símbolo MQC

Los suelos de esta unidad se localizan en el municipio de Sumpango; abarca una extensión de 134 hectáreas; debido a que la unidad está compartida con el departamento de Chimaltenango, los suelos fueron muestreados y determinados en primer lugar en ese departamento por lo que se puede consultar sus características principales en MAGA-IGAC, 2010.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado subhúmedo" (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17°C , precipitación anual media de 1,300 mm, y una altitud media de 1,709 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros; como se observa en la Figura 4.93, la cobertura vegetal de la unidad es el bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes a un tipo de relieve de filas y vigas del paisaje montaña volcano-erosional.

Como se observa en la Figura 4.93, la unidad cartográfica está representada por un suelo Typic Ustorthents, familia francosa gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica (PM 040205) en un 90%; el 10% restante de la unidad son suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.



Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.1	00		
C1 Franco arenosa Gris pardusco claro pH 5.9	17		
C2 Franco arenosa Gris pardusco claro pH 6.1	71		
	120x		

Figura 4.93 Perfil modal del Typic Ustorthents (040205) en paisaje montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2007)

La Consociación Nueva Esperanza, presenta la siguiente fase:

- **MQCe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (134 ha).

A). Descripción del perfil modal No 040205

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040205 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 Sacatepéquez:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Nueva Esperanza
Símbolo		MQC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Ustorthents, familia francosa gruesa, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San José Poaquil
	Aldea	Nueva Esperanza
	Caserío, sector, sitio, finca	–
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 456065
		Latitud (Y): 1643133

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	6,360
	Línea de vuelo No.	214
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,900 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpada
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,104 mm
	Temperatura promedio anual	16.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
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**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Forestería
	Nombre de los cultivos [2]	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Pino
Describió		Alexei Enrique Domínguez Villatoro
Fecha de descripción		11 – 10 – 2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 17 cm A	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, finos, vesiculares, continuos; muchas 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 6.1 reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
17 – 71 cm C1	Color en húmedo gris parduzco claro (10YR6/2) y pardo amarillento (10YR5/4), frecuentes (20%); textura franco arenosa; frecuente guijarro (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, finos, tubulares, continuos; muchas 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 5.9 reacción moderadamente ácida; límite abrupto y ondulado.



71 – 120x cm C2	Color en húmedo gris parduzco claro (10YR6/2); textura franco arenosa; frecuente guijarro (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; muchas raíces, medias, vivas y muertas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 6.1 reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 040205

Cuadro 4.94 Resultados de los análisis físicos del perfil 040205

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 – 17	0.81	2.40	56.74	18.86				10.93	44.22	22.02	66.23
17 – 71	0.37	2.53	37.07	16.81				9.62	46.71	38.77	85.48

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 17	7.93
17 – 71	7.19

Cuadro 4.95 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 040205

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 17	67.81	19.55	12.64	F A	3	6.1	1.54	2.93				2.07		
17 – 71	66.73	20.34	12.93	F A	15	5.9	0.34	0.64				3.15	6.40	Media
71 – 120	72.24	18.94	8.82	F A	15	6.1	0.17	0.32				3.80		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 17	15.50	8.01	7.49	8.01	5.18	2.38	0.22	0.24		33.39	15.34	1.45	1.53	
17 – 71	30.50	8.38	22.12	8.38	5.28	2.54	0.27	0.30		17.30	8.33	0.88	0.97	
71 – 120	23.00	11.06	11.94	11.06	8.73	1.48	0.64	0.22		37.93	6.41	2.78	0.97	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 17	51.69	0.50	0.90	116.00	1.20
17 – 71	27.47	0.20	0.50	44.00	0.10
71 – 120	48.10	0.10	1.00	33.00	0.20

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

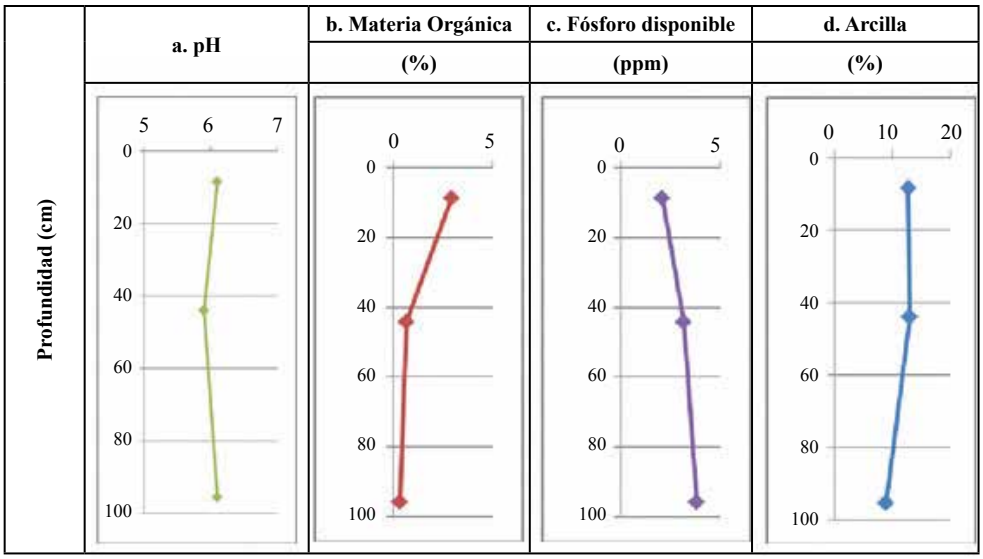


Figura 4.94 Características químicas y físicas en función de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 040205

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.93 los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A-C; donde el horizonte A es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, poca gravilla (3%), estructura en bloques subangulares, finos, débiles y consistencia en húmedo friable; el horizonte C, está subdividido en 2 horizontes, de color gris parduzco claro, textura franco arenosa, frecuente guijarro (15%), sin estructura (grano suelto). Como se observa en el Cuadro 4.94 la porosidad total es muy alta, donde la microporosidad es baja en el primer horizonte y media en el segundo horizonte; la macroporosidad es alta en el perfil y la humedad aprovechable es muy baja en todos los horizontes.

Como se muestra en el Cuadro 4.95 y la Figura 4.94, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida en el horizonte A y moderadamente ácida en C; los valores de pH varían con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es alta; el contenido de materia orgánica es bajo; la saturación de bases es baja en el segundo horizonte y media en el primero y tercero.

Con respecto a los cationes, el Calcio, Magnesio y Potasio presentan valores medios. El contenido de fósforo disponible es bajo. Respecto a los elementos menores, únicamente el Hierro presenta altos valores, el Cobre, Zinc y el Manganeso presentan bajos niveles; según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos poco evolucionados derivados de materiales piroclásticos, permanecen húmedos durante un semestre del año y necesitan riego suplementario, con temperatura de suelo isotérmica (entre 15 y 22 °C), son profundos, excesivamente drenados, de texturas moderadamente gruesas, con capacidad de intercambio de cationes de media a alta, saturación de bases de baja a alta, materia orgánica baja, reacción de moderada a ligeramente ácida.

Sus limitantes principales son: pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Son de vocación agroforestal, por lo que son aptos para el establecimiento de arreglos espaciales con especies perennes y también son aptos para el establecimiento de sistemas silvopastoriles de carácter extensivo.

Para utilizar adecuadamente estos suelos es necesario aplicar fuertes medidas de conservación de suelos que pueden incluir la siembra de cultivos en contorno, barreras vivas, incluso el desarrollo de un sistema de terrazas individuales para los frutales o especies perennes. Asimismo, se recomienda implementar cultivos de cobertura vegetal y establecer cortinas rompevientos para disminuir los efectos de la erosión eólica. En los sistemas silvopastoriles es necesario establecer pastos cultivados, mantener una adecuada carga animal por unidad de área, realizar rotación de potreros y evitar el sobre pastoreo.

Es necesario incorporar en forma constante materia orgánica para incrementar la fertilidad de los suelos y mejorar sus condiciones físico-químicas. Se recomienda la incorporación de abonos verdes, hojarasca, restos de cosechas y de abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar Nitrógeno y Fósforo. Dependiendo de la rentabilidad de los cultivos, debe aplicarse elementos menores, en ese caso debería aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Las dosis dependerán de análisis locales. Estos suelos necesitan riego en la época seca y debido a sus texturas moderadamente gruesas, es necesario aplicarles láminas ligeras a intervalos cortos de tiempo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MQCe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4; son de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.45 Consociación Ciénaga Grande (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia muy fina, mezclada, activa, isotérmica; perfil modal 040102; símbolo MQD

La Consociación Ciénaga Grande se localiza en inmediaciones de los municipios de Pastores y Sumpango; la unidad tiene una extensión de 197 hectáreas. Los suelos de esta unidad fueron muestreados y determinados inicialmente en el departamento de Chimaltenango, por lo que se puede consultar el estudio en MAGA-IGAC, 2010.



Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “templado subhúmedo” (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 16.0 °C, precipitación anual media de 1,181 mm y una altitud media de 1,842 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. El tipo de cobertura vegetal predominante es el bosque mixto, el cual se muestra en la Figura 4.95.

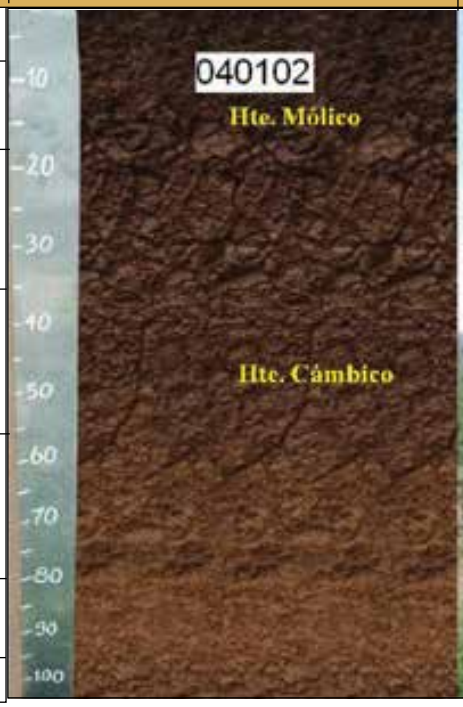
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arcillosa Pardo oscuro pH 6.1	00		
Bw1 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.5	21		
Bw2 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.8	51		
BC Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.6	79		
C Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.8	105 120x		

Figura 4.95 Perfil modal del suelo Typic Haplustolls (040102) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: M. Tum, 2007)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes a un tipo de relieve de filas y vigas del paisaje montaña volcano-erosional.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Typic Haplustolls, familia muy fina, mezclada, activa, isotérmica (PM 040102), en un 80% y suelos del tipo Typic Haplustepts, familia fina, activa, isotérmica (PI 041508), en un 20%.

La inclusión de la consociación corresponde a un suelo Typic Haplustepts, familia fina, activa, isotérmica (PI 041508), caracterizados por ser profundos, moderadamente drenados, de texturas medias y fertilidad química alta, presentan erosión hídrica, déficit de agua en época seca, son suelos productivos y su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

La Consociación Ciénaga Grande, presenta la siguiente fase:

- **MQDe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (197 ha).

A). Descripción del perfil modal No. 040102

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040102 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno corresponden a esa locación y se aplican a esta consociación del departamento de Sacatepéquez.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Ciénaga Grande
Símbolo		MQD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia muy fina, mezclada, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Chimaltenango
	Aldea	Comunidad El Paraíso
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca San Bernardo
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 469442
		Latitud (Y): 1627708
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8436
	Línea de vuelo No.	219
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,520 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,100 mm
	Temperatura promedio anual	18.2 ºC
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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 superficial
	Profundidad	51 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Forestería
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Horizontes compactados, déficit de agua en época seca, pendiente moderadamente escarpada



Vegetación natural	Pasto natural, pino, encino
Describió	Alexei Enrique Domínguez Villatoro
Fecha de descripción	02-06-2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 21 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos, fuertes; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, muy finos, vesiculares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1 reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
21 - 51cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (7.5YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, muy finos, vesiculares, continuos; frecuentes raíces, medias, muertas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5 reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
51 – 79 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (7.5YR4/4); textura arcillosa; estructura en prismas, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, muy finos, vesiculares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
79 – 105 cm BC	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura arcillosa; estructura en prismas, medios y gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, muy finos, vesiculares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
105 – 120x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; no hay poros; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 040102

Cuadro 4.96 Resultados de los análisis físicos del perfil 040102

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	1.18	2.63	23.08	27.04				24.73		55.13	55.13
21 – 51	1.23	2.60	36.76	37.33				34.67		52.63	52.63
51 – 79	1.30	2.55	38.95	42.05				38.56		49.11	49.11

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 21	2.31
21 – 51	2.66
51 – 79	3.49

Cuadro 4.97 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 040102

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos *	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0 – 21	11.16	35.92	52.92	Ar	0	6.1	0.66	1.25				2.23		
21 – 51	6.73	28.84	64.43	Ar	0	6.5	0.30	0.57				0.11		
51 – 79	5.57	31.24	63.19	Ar	0	6.8	0.42	0.80				0.32	7.63	Alta
79 – 105	7.18	40.55	52.27	Ar	0	6.6	0.54	1.03				ND		
105 – 120	10.07	38.95	50.98	Ar	0	6.8	0.48	0.91				0.11		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 21	23.12	13.96	9.16	13.96	10.16	2.65	0.97	0.17		43.94	11.47	4.21	0.75	
21 – 51	33.03	17.14	15.89	17.14	12.80	3.31	0.73	0.29		38.77	10.02	2.22	0.87	
51 – 79	28.08	19.92	8.16	19.92	15.05	3.80	0.69	0.37		53.61	13.55	2.46	1.32	
79 – 105	27.53	19.68	7.84	19.68	14.49	4.03	0.76	0.41		52.64	14.64	2.75	1.47	
105 – 120	27.53	19.95	7.58	19.95	14.98	3.91	0.73	0.34		54.41	14.20	2.65	1.22	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 21	60.37					28.0			
21 – 51	51.88					32.7			
51 – 79	70.94					23.0			
79 – 105	71.51								
105 – 120	72.47								

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.98 Resultados del análisis mineralógico del perfil 040102

Especies minerales presentes en la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	21 - 51	51 – 79	79 - 105
Material no Cristalino	++++	++++	++++
Feldespatos	-	-	-
Cuarzo	-	-	-
Haloisita	++	++	++
Metahaloisita	+	-	-
Especies minerales presentes en la fracción arena	**Profundidad (cm)**		
	21 - 51	**51 – 79**	**79 – 105**
Biotita	Tr	1%	Tr
Feldespatos	56%	58%	63%
Fragmentos de Toba	2%	2%	1%
Granos Alterados	4%	3%	3%
Hiperstena	2%	Tr	7%
Hornblenda	15%	14%	11%
Magnetita	16%	10%	10%
Vidrio volcánico	2%	4%	2%
Moscovita	tr	-	-
Lamprobolita	tr	Tr	1%
Hematita	3%	6%	Tr
Cuarzo	tr	2%	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	?



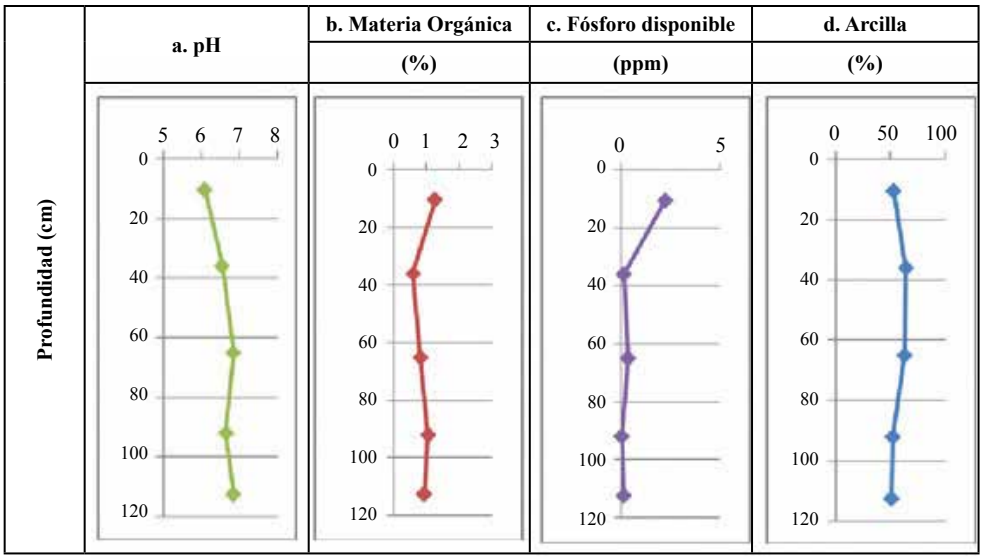


Figura 4.96 Características químicas y físicas, según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 040102

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.95 los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-B-C; en donde se observa que el horizonte A es de color pardo oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares finos y fuertes, consistencia friable; el horizonte Bw se subdivide en dos horizontes, de color pardo amarillento oscuro, textura arcillosa, estructura de bloques subangulares finos a estructura prismática, prismas medios y gruesos, consistencia en húmedo muy firme, el horizonte BC (transicional) es de color pardo amarillento oscuro, de textura arcillosa, con estructura prismática, en prismas medios y gruesos, fuertes. El horizonte C, de textura arcillosa, color pardo amarillento oscuro, sin estructura. Como se observa en el Cuadro 4.96 la porosidad total es alta y la humedad aprovechable es baja en todo el perfil.

Según el Cuadro 4.97 y la Figura 4.96, la reacción del suelo va de ligeramente ácida a neutra; la capacidad de intercambio de cationes es alta; el contenido de materia orgánica es bajo; la saturación de bases es alta.

Con respecto a los cationes, el Potasio, el Magnesio y el Calcio presentan altos valores; el contenido de Fósforo disponible es bajo y la retención fosfórica es moderada. La fertilidad de los suelos es alta.

De acuerdo con el Cuadro 4.98, en estos suelos los minerales presentes en la fracción arena son feldespato (dominante), hornblenda, magnetita, hematita, fragmentos de toba y vidrio volcánico; mientras que los minerales presentes en la fracción arcilla son materiales no cristalinos (dominante) y haloisita.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos moderadamente evolucionados, moderadamente superficiales, con humedad insuficiente para el desarrollo de cultivos durante un semestre del año, temperatura del suelo isotérmica (entre 15 y 22 °C), texturas muy finas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio catiónico, bajo contenido de materia orgánica, de reacción ligeramente ácida a neutra la fertilidad es alta.

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve, ya que se ubica en filas y vigas por lo que sus pendientes son ligeramente escarpadas (25-50%), generando erosión ligera; posee texturas muy finas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estas tierras son de vocación agroforestal y silvopastoril y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y/o sistemas extensivos silvopastoriles; en su manejo es necesario establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales.

Es necesario minimizar la erosión eólica, por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y 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, por lo que la cobertura vegetal del suelo es muy importante.

Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar Nitrógeno y Fósforo. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a las texturas muy finas debe aplicarse mayor volumen de agua y aplicaciones espaciadas, mediante riego por aspersión o goteo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea y evitando el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MQDe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a la fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.46 Consociación Tierra Blanca (orden Entisol): Typic Ustorthents, familia francosa gruesa, mezclada, semiactiva, no ácida, isotérmica; perfil modal 040203; símbolo MQE



Los suelos de esta unidad se localizan en jurisdicción del municipio de Sumpango. Abarca una extensión de 78 hectáreas. Esta unidad está compartida con el departamento de Chimaltenango y el perfil modal fue determinado inicialmente en ese departamento, por lo que se puede consultar en el estudio MAGA-IGAC, 2010.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “templado subhúmedo” (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de alturas de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 18.2°C, precipitación anual media de 1,300 y una altitud media de 1,519 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical

(bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Como se observa en la Figura 4.97 la cobertura vegetal es el bosque mixto.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
			
A Franco arenosa Gris muy oscuro pH 5.6	00		
C1 Franco arenosa Pardo amarillento claro pH 6.2	10		
C2 Franco arenosa Pardo amarillento pH 6.3	50		
	120x		

Figura 4.97 Perfil modal Typic Ustorthents (040203) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2008)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) correspondientes al relieve de filas y vigas del paisaje montaña volcano-erosional.

La consociación está representada por un suelo modal Typic Ustorthents, familia francosa gruesa, mezclada, semiactiva, no ácida, isotérmica (PM 040203) en un 80% y suelos del tipo Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PI 040104), en un 20%, los cuales se caracterizan por ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, fertilidad química alta, presentan erosión hídrica y déficit de agua en época seca, son suelos poco productivos, con bosque mixto como cobertura vegetal (ver detalles del perfil en el Anexo B).

La Consociación Tierra Blanca, presenta la siguiente fase:

- **MQEf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (78 ha).

A). Descripción del perfil modal No. 040203

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040203 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno corresponden a esa locación y se aplican a esta consociación del departamento de Sacatepéquez.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Tierra Blanca
Símbolo		MQE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Ustorthents, familia francosa gruesa, mezclada, semiactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San José Poaquil
	Aldea	La Garrucha
	Caserío, sector, sitio, finca	Astillero municipal
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 454207
		Latitud (Y): 1649095
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	3,057
	Línea de vuelo No.	212
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,441 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,173 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 ºC
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
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**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Forestería
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, pendiente moderadamente escarpada



Vegetación natural	Encino, Pino
Describió	Roberto Medardo Moscoso
Fecha de descripción	09 – 10 – 2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 10 cm A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medios, tubulares, continuos; muchas raíces, muy finas y finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.6 reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
10 – 50 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos, tubulares, continuos; muchas raíces, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 6.2 reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
50 – 120x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.3 reacción ligeramente ácida.

Observaciones: Posee una capa orgánica de 5 cm, en la parte superficial.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 040203:

Cuadro 4.99 Resultados de los análisis físicos del perfil 040203

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 – 10	0.73	2.72	77.16	18.63				8.54	55.39	17.63	73.02
10 – 50	0.94	2.33	58.91	13.20				7.35	46.41	13.40	59.81
50 – 120	0.98	2.84	57.74	12.26				7.05	51.48	13.88	65.35

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 10	10.08
10 – 50	5.85
50 – 120	5.21

Cuadro 4.100 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 040203

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 10	63.95	25.76	10.29	F A		5.6	1.60	2.99				2.05		
10 – 50	66.74	23.61	9.65	F A		6.2	0.44	0.83				3.35	6.09	Media
50 – 120	68.59	22.00	9.41	F A		6.3	0.22	0.42				2.31		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 10	16.00	4.38	11.62	4.38	2.40	1.48	0.26	0.25		15.00	9.22	1.60	1.53	0.00
10 – 50	17.00	3.68	13.32	3.68	1.88	1.23	0.32	0.25		11.03	7.23	1.88	1.50	
50 – 120	21.50	4.32	17.18	4.32	2.18	1.64	0.28	0.23		10.12	7.62	1.31	1.06	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 10	27.35	0.60	0.80	103.00	1.80
10 – 50	21.64	0.80	0.40	37.00	0.10
50 – 120	20.11	0.20	0.30	8.00	0.10

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.101 Resultados del análisis mineralógico del perfil 040203

Minerales presentes en la fracción arcilla (cm)	Profundidad
	10 – 50
Material no Cristalino	++++
Feldespatos	+
Cuarzo	+
Haloisita	+
Metahaloisita	+
Minerales presentes en la fracción arena	**Profundidad (cm)**
	10 – 50
Biotita	Tr
Feldespatos	10%
Fragmentos de Toba	2%
Hiperstena	Tr
Vidrio volcánico	86%
Cuarzo	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**	?

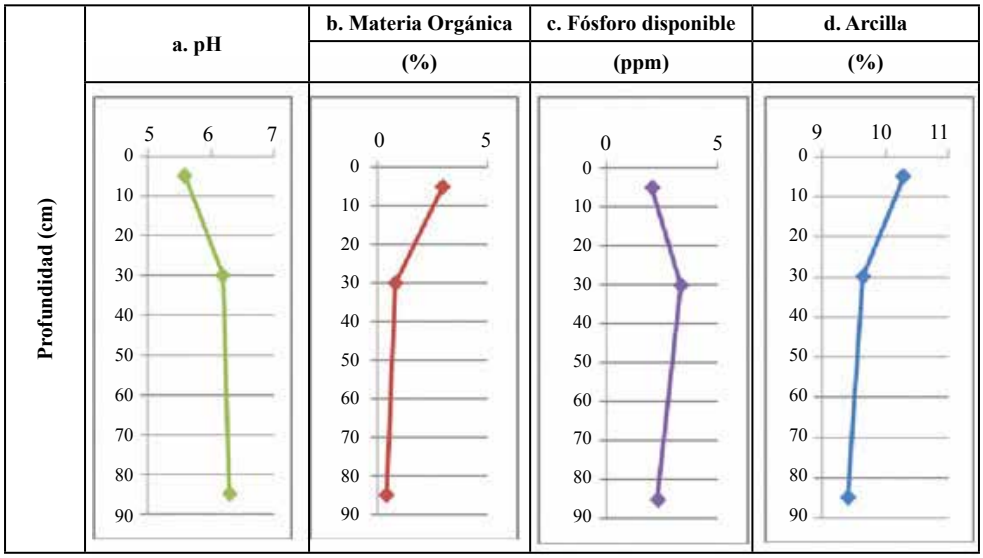


Figura 4.98 Características químicas y físicas en función de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 040203

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.97 los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A-C; donde el horizonte A presenta un color gris muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares medios, débiles y consistencia en húmedo friable. El horizonte C, se subdivide en C1 y C2 de textura franco arenosa, color pardo amarillento claro y pardo amarillento, sin estructura. Como se observa en el Cuadro 4.99 la porosidad total es muy alta, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en todos los horizontes analizados. La humedad aprovechable es muy baja.

Como se muestra en el Cuadro 4.100 y la Figura 4.98, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a ligeramente ácida, la capacidad de intercambio de cationes varía de media a alta; el contenido de materia orgánica y la saturación de bases se encuentran bajos.

Con respecto a los cationes, el contenido de Potasio es medio en el primer horizonte, alto en el segundo y medio en el tercero; el contenido de Calcio y Magnesio es bajo. El de Fósforo disponible es bajo. Respecto a los elementos menores el Hierro presenta altos valores y el Cobre, Zinc y Manganeso presentan bajos niveles. Los resultados de los análisis químicos definen las condiciones de fertilidad del suelo como media.

En el Cuadro 4.101 se muestra que en estos suelos los minerales presentes en la fracción arcilla son materiales no cristalinos, feldespatos, cuarzo, haloisita y metahaloisita; mientras que los minerales presentes en la fracción arena son vidrio volcánico (dominante), feldespatos, fragmento de toba y cuarzo.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos que permanecen secos durante un semestre del año; suelos profundos, excesivamente drenados, texturas moderadamente gruesas. Fertilidad media, con temperatura isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Sus limitantes principales son: pendientes son muy pronunciadas (50 al 75%), erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Estas tierras son de vocación forestal por lo que poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo productivo del bosque natural. Las recomendaciones de manejo se orientan a mantener una cobertura vegetal que funciona como protección del suelo y evitar que quede expuesto al impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía. Asimismo, estas tierras necesitan una permanente incorporación de materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, en tal sentido se recomienda la incorporación de abonos verdes, abonos orgánicos y hojarasca del sotobosque.

El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo para un mejor y adecuado aprovechamiento. Las plantaciones forestales deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel e incluso se recomienda la hechura de terrazas individuales; es importante minimizar la erosión eólica, para ello se recomienda la instalación de cortinas rompevientos.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MQEf1, pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-4; con vocación forestal.



Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de la fase, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.47 Consociación Bola de Oro (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica; perfil modal 040103; símbolo MQF

La Consociación Bola de Oro se localiza en el poblado Labor Vieja del municipio de Santa María de Jesús. Abarca una extensión de 294 hectáreas. Esta unidad está compartida con el departamento de Chimaltenango, donde previamente a este estudio fue determinada en el levantamiento de suelos realizado, ver los detalles en MAGA-IGAC, 2010.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado subhúmedo" (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7°C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y una altitud media entre 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17.3 °C, precipitación media anual de 1,124 mm y una altitud media de 1,796 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y ciprés común (*Cupressus lusitanica*). Como se observa en la Figura 4.99, el uso de la tierra predominante es la agricultura limpia.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), con pendientes de ligeramente inclinadas (3-7%) a ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de lomas.

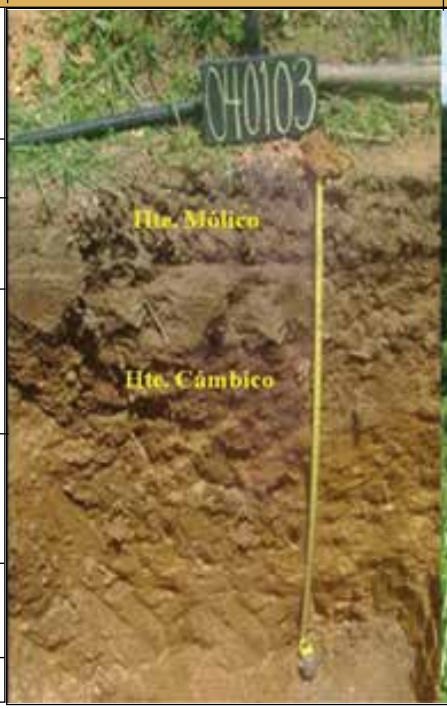
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arcillo limosa Pardo oscuro pH 5.5	00		
Bw1 Arcillo limosa Pardo oscuro pH 5.9	21		
Bw2 Franco arcillo limosa Pardo oscuro a pardo pH 6.2	42		
C1 Franco arcillo limosa Pardo pH 6.4	72		
C2 Franco arcillo limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.8	100 130x		

Figura 4.99 Perfil modal del Andic Haplustolls (040103) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2007)

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica, (PM 040103) en un 80% y por el suelo Andic Haplustolls, familia ceniza sobre medial, isotérmica (PI 031107) en un 20% de la superficie de la unidad.

La inclusión de la unidad está representada por suelos del tipo Andic Haplustolls, familia ceniza sobre medial, isotérmica (PI 031107) en un 20%. Estos suelos se caracterizan por ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas, fertilidad muy alta, poseen erosión hídrica, son suelos productivos dedicados a la agricultura (ver detalles del perfil en el Anexo B).

La Consociación Bola de Oro, presenta las siguientes fases:

- **MQFb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (6 ha).
- **MQFd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (102 ha).
- **MQFe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (186 ha).

A). Descripción del perfil modal No 040103

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040103 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el perfil corresponden a Chimaltenango; sin embargo, como el polígono de suelos continua en el departamento de Sacatepéquez los resultados se aplican a esta consociación.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Bola de Oro
Símbolo		MQF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Chimaltenango
	Aldea	Bola de Oro
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 467132
		Latitud (Y): 1626085
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,437
	Línea de vuelo No.	219
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,784 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,300 mm.
	Temperatura promedio anual	16.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo

Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
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
	Nombre de los cultivos	Maíz, aguacate
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente fuertemente inclinada
Vegetación natural		No hay
Describió		Otto Homero Illescas Fernández.
Fecha de descripción		22- 06-2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 21 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3), textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, tubulares, continuos; frecuentes 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 5.5 reacción fuertemente ácida; límite claro y plano.
21 – 42 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros finos, tubulares, continuos, frecuentes raíces finas, vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos, reacción ligera al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 5.9, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
42 – 72 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4), textura franco arcillo limosa; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica, pocos poros finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces finas, vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2 ligeramente ácida; límite abrupto y plano.
72 – 100 cm C1	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR4/6), con moteados de color pardo fuerte (7.5YR5/6), frecuentes (10%); textura franco arcillo limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos, tubulares, continuos; pocas raíces finas, vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4 reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
100 – 130x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4), con moteados de color pardo fuerte (10YR4/6), frecuentes (15%); textura franco arcillo limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros muy finos, tubulares, continuos; pocas raíces finas, vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 040103:

Cuadro 4.102 Resultados de los análisis físicos del perfil 040103

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	0.57	2.33	33.86	32.24				26.85	3.61	71.82	75.43
21 – 42	0.90	2.33	63.27	52.06				44.05	10.90	50.63	61.54
42 – 72	0.90	2.27	65.39	58.02				48.06	6.81	53.62	60.43

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 21	5.39
21 – 42	8.01
42 – 72	9.96

Cuadro 4.103 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 040103

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Gravilla*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0 – 21	13.12	43.59	43.29	ArL		5.5	1.14	2.17				0.63		
21 – 42	5.38	47.57	47.05	ArL		5.9	0.00					ND		
42 – 72	3.99	51.52	44.49	FArL		6.2	0.36	0.68				ND	7.31	Alta
72 – 100	5.26	61.59	33.15	FArL		6.5	0.06	0.11				ND		
100 – 130	9.36	61.46	29.18	FArL		6.8	0.00					0.11		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 21	40.19	20.90	19.28	20.72	17.33	2.49	0.72	0.18	0.18	43.14	6.19	1.80	0.44	0.45
21 – 42	42.45	27.51	14.94	27.51	23.14	3.46	0.65	0.27		54.51	8.14	1.53	0.63	
42 – 72	31.13	31.93		31.93	26.89	4.22	0.55	0.27		86.39	13.54	1.77	0.87	
72 – 100	43.58	39.93	3.65	39.93	32.16	5.96	1.39	0.41		73.79	13.68	3.19	0.95	
100 – 130	20.94	15.87	5.07	15.87	12.60	2.16	0.88	0.23		60.19	10.31	4.20	1.10	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 21	51.57					26.6	0.30	0.59	
21 – 42	64.80					34.0	0.32	0.52	
42 – 72	SAT					26.3	0.31	0.37	
72 – 100	91.61								
100 – 130	75.80								

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

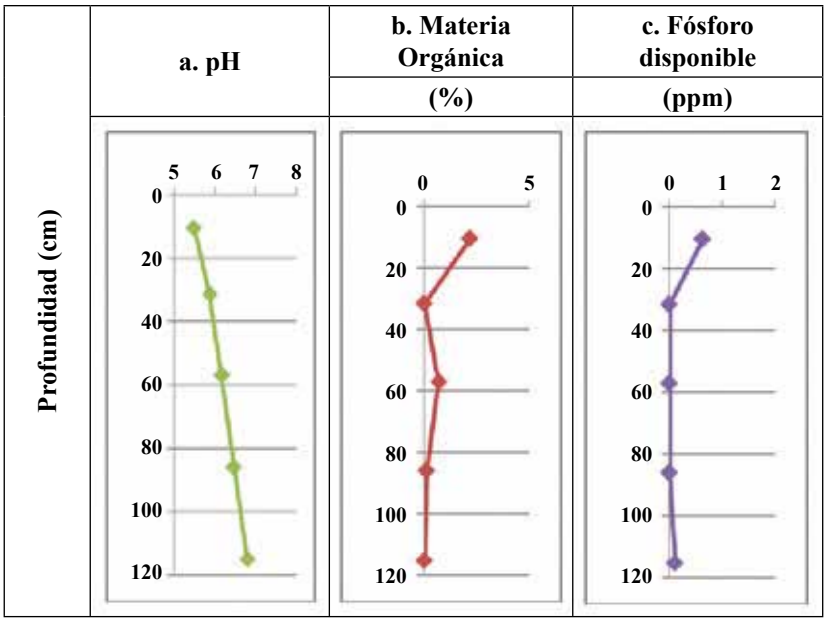


Figura 4.100 Características químicas en función de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 040103

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-B-C (Figura 4.99); donde el horizonte A es de color pardo oscuro, textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares medios, moderados, y consistencia en húmedo friable. El horizonte Bw, de color pardo oscuro, textura arcillo limosa y franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados, consistencia firme. El horizonte C, de textura franco arcillo limosa, color pardo amarillento oscuro y pardo fuerte, sin estructura. Como se observa en el Cuadro 4.102 la porosidad total es alta, domina la microporosidad sobre la macroporosidad y la humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.103 y la Figura 4.100, la reacción del suelo va de fuertemente ácida a neutra, incrementándose con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es alta en el perfil; el contenido de materia orgánica es bajo; la saturación de bases es alta.

Con respecto a los cationes, el Calcio, Magnesio y Potasio se encuentran en niveles altos, el contenido de Fósforo disponible es bajo, posee moderada retención fosfórica. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos profundos, bien drenados, texturas finas, fertilidad química alta, con presencia de un período seco y uno húmedo durante el año. Con temperaturas edáficas isotérmicas (entre 15 y 22 °C).

Sus principales limitantes son: pendientes inclinadas y déficit de precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3 a 7%) y fuertemente inclinadas (12 a 25%) es de vocación agrícola y por lo tanto, es apta para implementar cultivos agrícolas de diferentes ciclos de producción.

La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente escarpadas (25 a 50%) es de vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes, asimismo, son aptas para establecer sistemas silvopastoriles.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. En las tierras de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales por planta. En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal.

En las actividades agrícolas y agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y las propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada retención fosfórica, se recomienda aplicar fertilizantes fosfóricos poco solubles, cercanos a las raíces y en forma frecuente. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca de la región; debido a las texturas finas que presentan necesitan láminas de mayor volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea y evitando el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MQFb1, pertenece a la clase II, subclase II pes y grupo de manejo II pec-1, la fase MQFd1, pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-2, por lo que son tierras de vocación agrícola. La fase MQFe1, pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.48 Consociación Río Itzapa (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, activa, isotérmica; perfil modal 041305; símbolo MQG

Los suelos de esta unidad se distribuyen en el paraje Joya del Aguacate del municipio de Pastores; caserío La Embaulada, fincas Doña María La Embaulada, La Esmeralda, granja Aragonesa y labor Santa Cruz en el municipio de San Lucas Sacatepéquez. Abarca una superficie de 204 ha. Esta unidad está compartida con el departamento de Chimaltenango, donde previamente a este estudio fue determinada en el levantamiento de suelos de ese departamento, ver MAGA-IGAC (2010).

Según Tornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo “templado subhúmedo” (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones de 601 a 1,000 mm anuales. Los suelos se ubican



en un altitud entre 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 16.1 °C, precipitación media anual 1,017 mm anuales y una altitud media de 1,821 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y ciprés común (*Cupressus lusitanica*). Como se observa en la Figura 4.101, el uso de la tierra predominante es la agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), moderadamente inclinadas (7-12%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%); correspondiente al paisaje de montaña volcano-erosional y tipo de relieve de glacís.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.6	00		
A2 Franco arenosa Pardo grisáceo oscuro pH 6.5	23		
Bw1 Franco arenosa Pardo oscuro pH 6.3	42		
Bw2 Franca Pardo oscuro pH 6.5	79		
C Franca Pardo amarillento oscuro pH 6.6	116		
	140x		

Figura 4.101 Perfil modal del Typic Haplustolls (041305) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2007)

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, activa, isotérmica (PM 041305) en un 90%, el 10% restante está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Río Itzapa, presenta las siguientes fases:

- **MQGb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (62 ha).
- **MQGc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (77 ha).
- **MQGd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (31 ha).
- **MQGe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (34 ha).

A). Descripción del perfil modal No 041305

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041305 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el perfil corresponden a Chimaltenango; sin embargo, como el polígono de suelos continua en el departamento de Sacatepéquez los resultados se aplican a esta consociación.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Río Itzapa
Símbolo		MQG
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Andrés Itzapa
	Aldea	Pachay
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 461919
		Latitud (Y): 1617449
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,526
	Línea de vuelo No.	02
	Bloque No.	222
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano Inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,858 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12–25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	992 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	140 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol y otros
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, pendiente fuertemente inclinada
Vegetación natural		Pino, ciprés, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		26-07-2007

PROFUNDIDAD NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 23 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, vesiculares, continuos; frecuentes raíces finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro e irregular.
23 – 42 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura franco arenosa; poca gravilla (5%), 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, medios, vesiculares, discontinuos; frecuentes raíces, muy finas, vivas y de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.5 reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
42 – 79 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; muchos poros, finos, tubulares, continuos, pocas raíces muy finas, vivas y de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.3 reacción ligeramente ácida; límite difuso.
79 – 116 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura franca; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares gruesos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, discontinuos; pocas raíces muy finas, vivas y de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.5 reacción ligeramente ácida; límite difuso.
116 – 140x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura franca; abundante gravilla (50%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo), consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica, pocos poros, muy finos, tubulares, continuos; no hay raíces, no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041305

Cuadro 4.102 Resultados de los análisis físicos del perfil 041305

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %			Porosidades %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0 – 23	1.42	2.47	31.69	21.54	16.78	13.61	28.88	42.50
23 – 42	1.30	2.59	30.99	23.06	17.4	12.77	37.13	49.90
42 – 79	1.34	2.42	36.93	23.69	18.85	15.94	28.52	44.46

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 23	4.76
23 – 42	5.66
42 – 79	4.84

Cuadro 4.103 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 041305

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Fragmentos gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	Ppm	Valor	Calific.
0 – 23	56.23	34.28	9.49	FA	5	6.6	1.41	2.67				37.33		
23 – 42	62.06	28.44	9.5	FA	5	6.5	1.21	2.29				8.16		
42 – 79	56.36	32.48	11.16	FA	15	6.3	0.27	0.51				14.32	7.97	Alta
79 – 116	38.54	44.23	17.23	F	20	6.5	0.24	0.46				3.53		
116 – 140	39.69	38.05	22.26	F	50	6.6	0.27	0.51				3.90		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 23	17.35	11.01	6.34	11.01	7.03	2.70	0.97	0.31		40.49	15.59	5.60	1.77	
23 – 42	20.75	14.36	6.39	14.36	8.80	4.14	0.92	0.50		42.41	19.95	4.44	2.43	
42 – 79	18.00	16.45	1.55	16.45	8.73	4.47	0.82	2.43		48.47	24.82	4.55	13.53	
79 – 116	18.50	20.48		20.48	11.63	5.37	0.92	2.57		62.84	29.02	4.98	13.87	
116 – 140	15.25	11.13	4.12	11.13	7.63	2.21	0.97	0.32		50.00	14.51	6.37	2.08	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 23	63.45	5.60	2.40	88.00	0.17
23 – 42	69.23	6.90	1.50	101.00	0.01
42 – 79	91.36	6.40	1.00	35.00	0.01
79 – 116	SAT	8.30	2.10	38.00	0.01
116 – 140	72.96	9.80	2.30	28.00	0.01

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

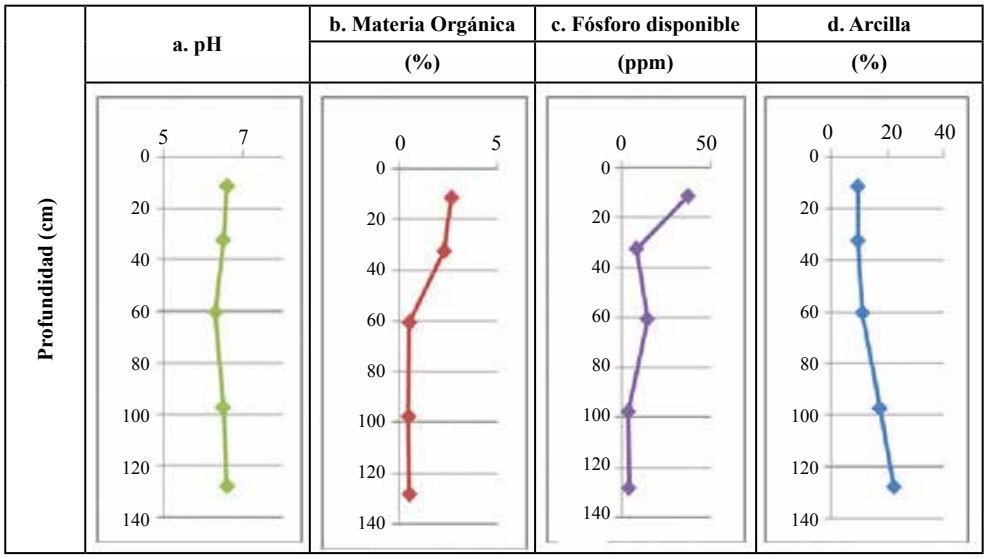
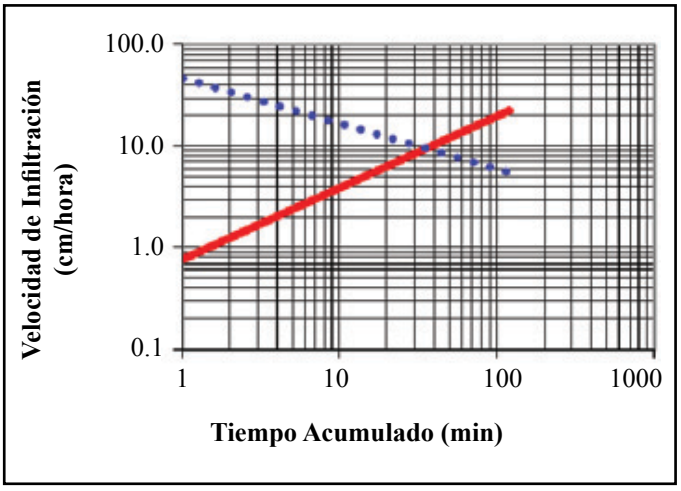


Figura 4.102 Características químicas y físicas en función de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 041305



Infiltración instantánea -----
Infiltración acumulada -----

$\mathbf{I} = 47.22t^{-0.448}$ $\mathbf{r^2 = 0.871}$

Interpretación: La infiltración básica es de 3.85 cm/h y se califica como moderada.

Figura 4.103 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderada" correspondiente a las pruebas realizadas para el suelo Río Itzapa. PM 041305

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos de esta unidad presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-B-C (Figura 4.101); el horizonte A se subdivide en Ap y A2, de color pardo grisáceo muy oscuro y pardo oscuro grisáceo, textura franco arenosa, presencia de poca gravilla (5%), estructura en bloques subangulares medios, gruesos y moderados y consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un Bw, subdividido en dos horizontes de color pardo oscuro, textura franco arenosa y franca, presencia de poca gravilla (15-20%), estructura de bloques subangulares gruesos y moderados, consistencia friable. El horizonte C es de color pardo amarillento oscuro, textura franca, sin estructura y hasta 50% de gravilla. Como se observa en el Cuadro 4.102, la porosidad total es media, domina la microporosidad sobre la macroporosidad y la humedad aprovechable es muy baja en todos los horizontes.



Según el Cuadro 4.103 y la Figura 4.102, la reacción del suelo (pH) varía siendo, neutra en el primer y tercer horizontes y ligeramente ácida en el horizonte intermedio; los valores de pH varían muy poco; la capacidad de intercambio de cationes es media en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es bajo; la saturación de bases es alta.

Con respecto a lo cationes, el Calcio y el Potasio presentan altos valores; el Magnesio presenta valores medios en el primer horizonte y altos en los siguientes. El contenido de Fósforo disponible es alto en el primer horizonte y bajo en los subsiguientes. Respecto a los elementos menores, el Cobre y el Hierro presentan valores altos; el Zinc y el Manganeso presentan bajos niveles; la fertilidad química es alta.

En la Figura 4.103, puede observarse el comportamiento de la infiltración es moderada, lo que indica que la humedad se mantiene en el suelo y eso permite espaciar más la aplicación del riego.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos derivados de depósitos superficiales clásticos gravigénicos, permanecen secos por más de tres meses consecutivos durante el año por lo que solo se puede realizar una cosecha al año en condiciones naturales. Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, fertilidad química alta, con temperaturas edáficas isotérmicas (entre 15 y 22 °C).

Sus limitantes principales son: pendientes inclinadas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo en algunas áreas y déficit de precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos con pendientes de ligeramente a fuertemente inclinadas (3-7%; 7-12%; 12-25%) son tierras de poseen vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para la agricultura con cultivos de diferentes ciclos. La aptitud agrícola está limitada por la presencia de frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Para minimizar la erosión hídrica se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos como la siembra al contorno según curvas de nivel y establecer barreras vivas. Se debe laborear en forma liviana para evitar la destrucción de la estructura y minimizar la erosión eólica, también se recomienda establecer barreras contravientos.

La fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), es de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles. Estas tierras necesitan fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, se recomienda la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, se recomienda establecer terrazas individuales por planta. Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. Estas tierras no se pueden mecanizar 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 deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

A todas las fases es necesario agregarle en forma constante materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, para ello se recomienda aplicar abonos orgánicos, establecer abonos verdes e incorporar restos de cosecha. Respecto a la fertilización química requieren Nitrógeno y Fósforo. Como micronutrientes requieren Zinc y Manganeso. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas moderadamente gruesas se debe regar con menores caudales y aplicaciones constantes poco espaciadas en el tiempo, bien sea por aspersión o por goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MQGb1 y MQGc1 pertenecen a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-2, por lo que son tierras de vocación agrícola. La fase MQGd1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y IV ps-4, por lo que son tierras de vocación agrícola. La fase MQGe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.



Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.49 Consociación El Tesoro (orden Andisol): Typic Ustivitrands, familia esquelética-ceniza, isotérmica; perfil modal 041113; símbolo MCA

Los suelos de esta unidad se localizan en las inmediaciones del poblado El Colmenar del municipio de San Miguel Dueñas, abarcando un total de 135 hectáreas. Dicha unidad fue descrita previamente en el levantamiento de suelos realizado en el departamento de Chimaltenango, por lo que puede consultarse el estudio en MAGA-IGAC, 2010.

Con base a Tornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de los cañones y cañadas que integran esta unidad corresponde a los tipos "templado subhúmedo a frio húmedo" (Código C) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 20.7°C y un rango de precipitaciones medias anuales entre 601 a 2,000 mm. Los suelos se ubican a altitudes entre 1,000 a 2,700 msnm. Los cañones y cañadas se encuentran dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*). Como se observa en la Figura 4.104 el tipo de cobertura vegetal predominante es el bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez), en pendientes fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de estrato-volcán.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.0	00		
C1 Arenosa Negro pH 6.7	15		
C2 Arenosa Pardo oscuro pH 6.5	30		
C3 Arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.5	50		
C4 Arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.0	90		
	130x		

Figura 4.104 Perfil modal del Typic Ustivitrands (041113) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: Archivo MAGA, 2006; C. García, 2009)

La consociación está compuesta por el suelo Typic Ustivitrands, familia esquelética - ceniza, isotérmica (PM 041113) en un 90% del área y el 10% restante corresponde a suelos no identificados a la escala del estudio.

La Consociación El Tesoro presenta la siguiente fase:

- **MCAg3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa (135 ha).

A). Descripción del perfil modal No 041113

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041113 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el perfil del suelo corresponden a ese departamento; sin embargo, debido a que el polígono de suelos continua en el departamento de Sacatepéquez se aplican los resultados obtenidos.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Tesoro
Símbolo		MCA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Ustivitrands, familia esquelética - ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Acatenango
	Aldea	El Tesoro
	Caserío, sector, sitio, finca	A 300 metros del camino a Yepocapa
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 455865
		Latitud (Y): 1606328
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,888
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Cañones y cañadas
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		2,094 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente escarpado
	Rango de la pendiente	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a frio húmedo
	Precipitación promedio anual	1,375 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo



Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Moderado
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	–
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**	Forestería
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de precipitación en un semestre del año, baja retención de humedad, pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Palo blanco, ceibillo
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		15 – 04 – 2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura arenosa; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, muy finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces finas y medias y de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción moderada NaF, no hay al HCl, moderada al H_20_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite claro e irregular.
15 – 30 cm C1	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura arenosa; extremadamente abundante gravilla (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces finas y medias y de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_20_2; pH 6.7 reacción neutra; límite claro e irregular.
30 – 50 cm C2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura arenosa; extremadamente abundante gravilla (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura; consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros medios, irregulares, continuos; muchas raíces finas y medias y de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_20_2; pH 6.5 reacción ligeramente ácida; límite difuso.
50 – 90 cm C3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura arenosa; extremadamente abundante gravilla (80%), forma irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas y de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_20_2; pH 6.5 reacción ligeramente ácida.
90 – 130x cm C4	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura arenosa; extremadamente abundante gravilla (70%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas y de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_20_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida.

Observaciones: Las arenas presentes en todos los horizontes son de origen basáltico.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041113

Cuadro 4.106 Resultados de los análisis físicos del perfil 041113

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	0.67	1.80	43.13	15.82				12.01	39.75	23.03	62.78
15 – 30	0.75	1.55	24.64	8.35				5.07	34.12	17.49	51.61
30 – 50	0.99	1.43	39.39	13.88				7.76	19.93	10.84	30.77

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 15	3.81
15 – 30	3.28
30 – 50	6.12

Cuadro 4.107 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 041113

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Gravilla*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0 – 15	92.36	6.51	1.13	A	40	6.0	0.71	1.35				14.94	6.50	Media
15 – 30	94.71	4.20	1.09	A	70	6.7	1.54	2.92				6.16		
30 – 50	90.11	6.57	3.33	A	70	6.5	1.05	2.00				6.70		
50 – 90	87.94	8.74	3.32	A	80	6.5	1.63	3.10				6.93		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	Sca	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 15	12.50	13.00	s.d.	13.00	8.41	3.67	0.56	0.36		67.3	29.38	4.48	2.91	
15 – 30	13.00	3.86	9.14	3.86	2.55	0.92	0.11	0.28		19.6	7.06	0.83	2.14	
30 – 50	12.50	9.02	3.48	9.02	6.12	2.37	0.19	0.33		49.0	18.99	1.54	2.66	
50 – 90	11.50	7.27	4.23	7.27	5.22	1.55	0.13	0.37		45.4	13.46	1.11	3.24	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0 – 15	SAT	1.06	4.88	68.00	1.10	26.80		
15 – 30	29.67	0.67	0.73	29.30	1.01	31.70		
30 – 50	72.15	2.78	1.19	89.60	0.10	27.80	1.10	1.00
50 – 90	63.24	3.10	1.20	92.80	0.34	12.60		

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



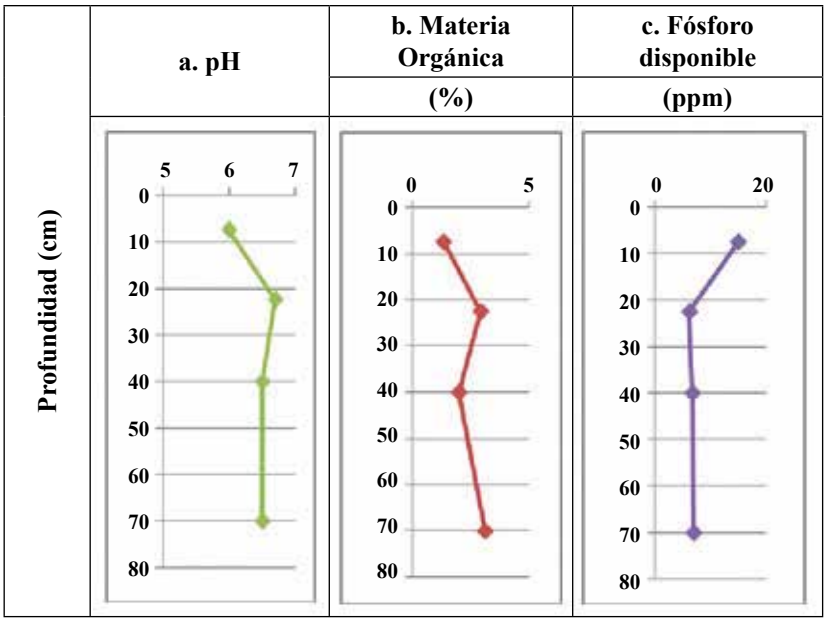


Figura 4.105 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica c. fósforo disponible. PM 041113

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se observa en la Figura 4.104 y en la descripción del perfil, el suelo presenta un perfil poco evolucionado del tipo A-C; donde el horizonte A presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura arenosa, abundante gravilla (40%), estructura en bloques subangulares muy finos, débiles, y consistencia en húmedo suelta. El horizonte C, se subdivide en 4 horizontes con variaciones únicamente en el color que va de negro a pardo oscuro y pardo amarillento oscuro, la textura es arenosa, presenta abundante gravilla (70%), sin estructura y consistencia en húmedo suelta. Como se observa en el Cuadro 4.106 la porosidad total es alta, domina la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es muy baja en todos los horizontes.

Como se muestra en el Cuadro 4.107 y Figura 4.105, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra en el perfil; la capacidad de intercambio de cationes es media; el contenido de materia orgánica es bajo; la saturación de bases varía de alta a baja.

Con respecto a los cationes, el Calcio presenta altos valores en el perfil; el Magnesio y el Potasio presentan altos valores en el primer horizonte, medios y bajos en los subsiguientes. El contenido de Fósforo disponible es bajo y con moderada retención fosfórica. Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta altos valores, el Zinc valores medios en el primer horizonte y bajos en los subsiguientes, el Cobre presenta valores bajos en los dos primeros horizontes y el Manganeso presenta bajos valores en todo el perfil. La fertilidad química del suelo es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos derivados de ceniza volcánica, moderada adsorción de fósforo, permanecen secos durante un semestre del año, son suelos profundos, con drenaje excesivo, frecuentes fragmentos en el perfil, fertilidad media. Con temperaturas edáficas isotérmicas (temperaturas anuales medias de 15 a 22°C).

Estas tierras presentan las siguientes limitaciones: pendientes fuertemente escarpadas, con un grado de erosión severa, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, moderada retención fosfórica y deficientes precipitaciones durante un semestre del año, por lo que son tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y protección de la biodiversidad, por lo que deben mantenerse con cubierta vegetal permanente. Es necesario evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, se debe conservar la vegetación existente, propiciar la regeneración natural, revegetalizar con especies nativas y establecer programas de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MCAg3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y protección de la biodiversidad en cañones y cañadas.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.50 Grupo Indiferenciado Quebrada de la Virgen (orden Molisol): Vitrandic Haplustolls, familia esquelética- ceniza, isotérmica; perfil modal 030101 y Lithic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; perfil modal 030102; símbolo MCB

Esta unidad cartográfica se encuentra localizada a inmediaciones de los municipios de Antigua Guatemala, Ciudad Vieja y Santa María de Jesús. Posee un área de 100 hectáreas.

Con base a Tornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de los cañones y cañadas que integran esta unidad corresponde a los tipos "templado subhúmedo a frio húmedo" (Código C) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 20.7°C y un rango de precipitaciones medias anuales entre 601 a 2,000 mm. Los suelos se ubican a altitudes entre 1,000 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.3 °C, precipitación media anual de 1,152 mm y una altitud media anual de 1,991 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Como se observa en la Figura 4.106 la principal cobertura vegetal es el bosque natural.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) en terrenos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) en el paisaje montaña volcano-erosional, tipo de relieve de estrato-volcán y forma del terreno cañones y cañadas.



Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Arenosa franca Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.6	00		
C Arenosa Gris muy oscuro pH 7.3	40		
	120x		

Figura 4.106 Perfil modal del Vitrandic Haplustolls (030101) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: D. Yoc, 2009)

La unidad cartográfica está representada por los suelos Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-ceniza, isotérmica (PM 030101) en un 50% y un suelo Lithic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (030102) en un 50%.

Los suelos Lithic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 030102) se caracterizan por presentar suelos superficiales, son excesivamente drenados, de texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, alto contenido de materia orgánica, reacción neutra, fertilidad natural alta, erosión severa y pendientes moderadamente escarpadas.

Morfológicamente presenta una secuencia de horizontes poco evolucionados A-R, el horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arenosa con frecuente gravilla (18%), 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; el segundo horizontes es un R, el cual es un contacto lítico o roca masiva, por lo cual son suelos poco productivos donde se aprecian diversas especies forestales o bosque mixto. Información adicional se encuentra en el Anexo B.

El Grupo Indiferenciado Quebrada de la Virgen, presenta las siguientes fases:

- **MCBf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (57 ha).
- **MCBfp3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), abundante pedregosidad superficial, erosión severa (43 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030101

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030101:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Quebrada de La Virgen
Símbolo		MCB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Haplustolls, familia esquelética- ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Antigua Guatemala
	Aldea	San Pedro las Huertas
	Caserío, sector, sitio, finca	Faldas volcán de Acatenango
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 474316
		Latitud (Y): 1604389
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7870
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato Volcán
	Forma del terreno	Cañones y Cañadas
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,836 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpada
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a frío húmedo
	Precipitación promedio anual	980 mm.
	Temperatura promedio anual	15°C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
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%



Uso	**Actual**	Bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y abundante pedregosidad superficial
Vegetación natural		Roble
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández Tum
Fecha de descripción		22-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 40 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arena franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente grava (30%), frecuente gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro e irregular.	
40 – 120x cm C	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante grava (40%), frecuente gravilla (30%), poco cascajo (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas y muertas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra.	

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030101

Cuadro 4.108 Resultados de los análisis físicos del perfil 030101

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
0-40	0.87	1.47	14.69	6.49				3.14	22.78	18.03	40.82
40-120	1.18	1.21	23.33	3.83				2.86	2.07	0.41	2.48

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-40	3.35			
40-120	0.99			

Cuadro 4.109 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030101

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-40	54.43	41.2	4.36	FA	AF	45.00	6.6	0.74	1.41				94.50	7.43	Alta
40-120	61.85	34.93	3.22	FA	A	80.00	7.3	0.14	0.27				42.14		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAl
0-40	5.56	5.75		5.75	4.09	1.28	0.30	0.08		73.62	22.93	5.47	1.41	
40-120	3.33	3.71		3.71	2.47	0.90	0.22	0.12		74.21	27.17	6.57	3.60	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-40	SAT	2.55	0.45	43.70	12.35	6.70			
40-120	SAT	1.30	0.20	59.25	4.40	8.10	0.08	0.25	

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

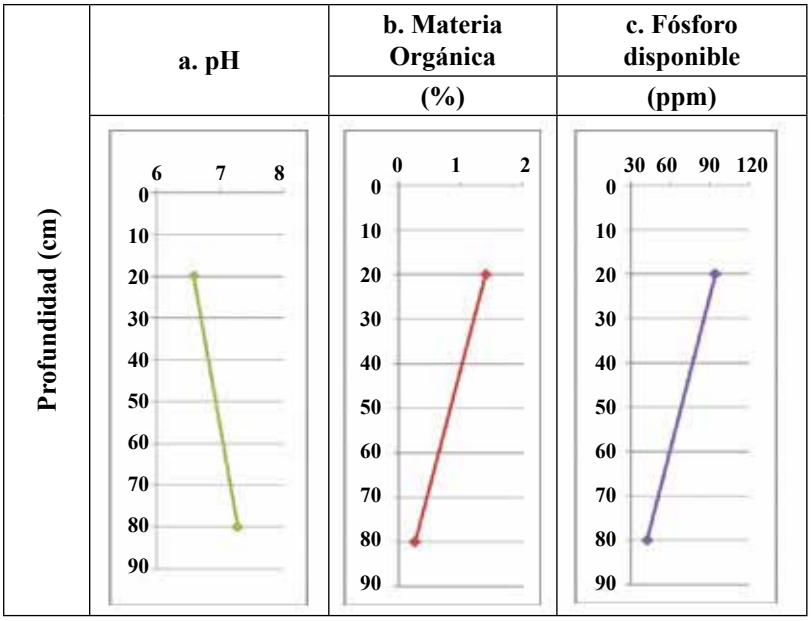


Figura 4.107 Caracteristicas químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 030101

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se observa en la Figura 4.106 y en la descripción del perfil, el suelo presenta un perfil poco evolucionado del tipo A-C; en donde se observa que el horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arenosa franca, presencia de gravilla, sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta. El segundo horizonte es un C de color gris muy oscuro, textura arenosa, con presencia de grava y gravilla, poco cascajo, sin estructura y consistencia en húmedo suelta. Como se observa en el Cuadro 4.108 la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en el segundo, domina la macroporosidad sobre la microporosidad y la humedad aprovechable es muy baja en todos los horizontes del perfil.

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.109 y la Figura 4.107, la reacción del suelo es neutra; la capacidad de intercambio de cationes es baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo horizonte; el contenido de materia orgánica es bajo en todo el perfil; la saturación de bases es alta.

Con respecto a los cationes, el Potasio es medio, el Calcio y el Magnesio presentan bajos valores en el perfil. El contenido de Fósforo disponible es alto en todos los horizontes y posee baja retención fosfórica. Respecto a elementos menores, el Hierro presenta niveles altos, el Manganeso valores altos en el primer horizonte y bajo en los restantes; el Cobre y el Zinc, presentan valores bajos. La fertilidad química de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con abundantes bases en todo el perfil, presentan régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos del año, presentan intergradaciones ándicas. Son suelos superficiales, con drenaje excesivo, texturas gruesas, baja capacidad de intercambio de cationes, reacción neutra, fertilidad química alta, temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las limitantes principales son pendientes moderadamente escarpadas (50–75%), erosión severa, suelos superficiales, abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil, deficientes precipitaciones durante un semestre del año; en cañones y cañadas como forma del terreno.

La vocación de estos suelos es de vocación forestal (manejo del bosque natural y plantaciones forestales). Es necesario mantener la cobertura vegetal al suelo como una medida de protección al impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía. El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben mantener el sotobosque para evitar la erosión y deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel. Incluso se recomienda realizar terrazas individuales por planta. En ambas fases es necesario realizar un plan anual de control de incendios forestales.

En el establecimiento de las plantaciones forestales es necesario aplicarle Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los primeros estadios de las plantas.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio. Las fases MCBf3 y MCBfp3, pertenecen a la clase VII, subclase VII pes y grupo de manejo VII pes-1, son tierras de vocación forestal.

Para conocer recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.51 Consociación La Bolsa (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia esquelética - medial, isotérmica; perfil modal 031104; símbolo MCC

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones de la finca El Nacimiento del municipio de Santa María de Jesús y finca Santa Isabel del municipio de San Juan Alotenango. Posee un área de 625 hectáreas.



Con base a Tornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de los cañones y cañadas que integran esta unidad corresponde a los tipos "templado subhúmedo a frio húmedo" (Código C) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 20.7°C y un rango de precipitaciones medias anuales entre 601 a 2,000 mm. Los suelos se ubican a altitudes entre 1,000 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17.6 °C, precipitación media anual de 1,654 mm y una altitud media de 1,595 msnm. Estos cañones y cañadas presentan dos zonas de vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominadas: bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y bosque muy húmedo subtropical (cálido) (bmh-

S(c)), cuyas principales especies indicadoras son: corozo (*Scheelea preussii*), volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), mulato (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco (*Cibistax donnell-smithii*) y chaperno (*Andira inermis*). Como se observa en la Figura 4.108, la principal cobertura vegetal está constituida por bosque natural.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales parentales del tipo depósitos piroclásticos consolidados (tobas); en terrenos con pendientes de ligera a moderadamente escarpadas (25-75%), en el paisaje montaña volcano-erosional en un tipo de relieve de estrato-volcán y forma del terreno cañones y cañadas.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillosa Pardo muy oscuro pH 6.4	00		
Bw Franco arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.9	18		
Cr Franco arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.9	45		
	130x		

Figura 4.108 Perfil modal del Andic Haplustolls (031104) en el paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: A. Pacheco, 2009)

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Andic Haplustolls, familia esquelética-medial, isotérmica (PM 031104), en un 90%, el 10% restante de la superficie de la unidad está conformada por suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación La Bolsa, presenta las siguientes fases:

- **MCCe3:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión severa, (36 ha).
- **MCCf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa, (589 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031104

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031104:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Bolsa
Símbolo		MCC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia esquelética – medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa María de Jesús
	Aldea	Finca La Bolsa
	Caserío, sector, sitio, finca	A 300 metros de carretera de terracería que dirige de Palín hacia Santa María de Jesús
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 479358
		Latitud (Y): 1596245
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2292
	Línea de vuelo No.	229
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato Volcán
	Forma del terreno	Cañones y Cañadas
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,457 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpada
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,570 mm.
	Temperatura promedio anual	16.5 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
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	45 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Bosque natural y parches de agricultura
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo



Vegetación natural	Encino, pino
Describió	Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción	24-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 18 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácido; límite claro y ondulado.
18 – 45 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poco cascajo (10%) y frecuente gravilla (30%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y plano.
45 – 130x cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra (50%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos perfil 031104

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031104

Cuadro 4.110 Resultados de los análisis físicos del perfil 031104

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	0.98	1.20	38.66	28.17				16.54	4.98	13.36	18.33
18-45	1.02	1.30	25.83	19.66				10.65	5.14	16.40	21.54

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-18	11.63			
18-45	9.01			

Cuadro 4.111 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031104

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-18	29.29	60.59	10.12	FL	FArA		6.4	3.02	5.74				N.D	7.25	Alta
18-45	49.16	47.19	3.65	FA	FArA	40.00	6.9	0.44	0.84				N.D		
45-130	54.74	42.01	3.25	FA	FArA	50.00	6.9	0.74	1.41				25.91		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-18	43.89	23.52	20.37	23.52	18.31	4.61	0.37	0.24		41.71	10.50	0.84	0.54	
18-45	32.22	20.57	11.65	20.57	15.33	4.63	0.05	0.57		47.56	14.36	0.15	1.78	
45-130	23.33	16.48	6.85	16.48	12.17	3.60	0.15	0.56		52.15	15.42	0.64	2.42	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-18	53.59	0.30	1.05	4.70	15.10	19.50	0.29	0.53	
18-45	63.85	0.85	0.65	28.50	9.25	14.00	0.56	2.00	
45-130	70.62	2.55	1.00	43.00	10.40	12.60	0.65	1.70	

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

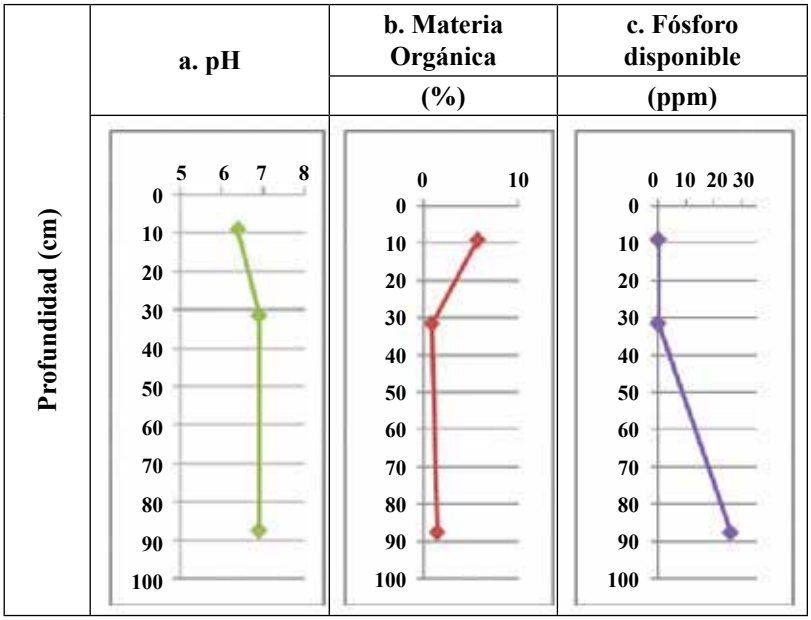


Figura 4.109 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031104

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.108 los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-B- C; en donde se observa que el horizonte Ap es de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en gránulos, finos, débiles y consistencia en húmedo muy friable. El segundo horizonte es un Bw, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa, presencia de gravilla, estructura de bloques subangulares finos, débiles, consistencia en húmedo muy friable. El horizonte Cr es de textura franco arcillo arcillo arenosa, color pardo amarillento oscuro, diferenciándose del Bw por la textura y la ausencia de estructura. Como se observa en el cuadro 4.110 la porosidad total es baja en los primeros dos horizontes, domina la microporosidad sobre la macroporosidad y la humedad aprovechable es baja en el primero y muy baja en el segundo horizonte.

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 4.111 y la Figura 4.109, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra; la capacidad de intercambio de cationes es muy alta en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es alta en el primer horizonte y baja en los siguientes; la saturación de bases es alta.

Con respecto a los cationes, el Calcio y el Magnesio presentan altos valores en todos los horizontes analizados; el Potasio presenta valores medios. El Fósforo disponible es bajo en los dos primeros

horizontes y alto en el tercero, la retención fosfórica es baja. Con respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta altos valores, el Hierro es bajo en el primer horizonte y alto en los subsiguientes, el Cobre y el Zinc, presentan bajos valores. La fertilidad química de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos superficiales, bien drenados, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, texturas moderadamente finas, fertilidad química alta. Suelos minerales que presentan régimen de humedad ústico (mas de 90 días al año con déficit de humedad), intergradaciones ándicas, temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las limitantes principales se deben a su posición en el relieve, ya que se ubican en cañones y cañadas donde las pendientes varían de ligeramente escarpadas (25-50%) a moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa, suelos superficiales, abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La vocación de estos suelos es forestal (manejo del bosque natural y plantaciones forestales). Es necesario mantener la cobertura vegetal al suelo como una medida de protección al impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía. El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben mantener el sotobosque para evitar la erosión y deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel. Incluso se recomienda realizar terrazas individuales por planta. En ambas fases es necesario realizar un plan anual de control de incendios forestales.

En el establecimiento de las plantaciones forestales es necesario aplicarle Nitrógeno y Fósforo en las primeras etapas de la plantación.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio. La fase MCCe3 pertenece a la clase VII, subclase VII e y grupo de manejo VII e-2; La fase MCCf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pes y grupo de manejo VII pes-1; en ambos la vocación es forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.52 Consociación La Carbonera (orden Inceptisol): Andic Humudepts, familia ceniza, isotérmica; perfil modal 031406; símbolo MHA

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del paraje La Cuchilla y las fincas San José Las Lajas y La Unión, del municipio de San Juan Alotenango, abarca 497 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo “semicálido húmedo” (Código H), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 20.8 a 24.3°, precipitaciones entre 2,001 a 4,000 mm anuales y altitudes entre 600 a 1,000 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 20.2 °C, precipitación media anual de 2,969 mm y una altitud media de 1,038 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo subtropical (cálido) (bmh-

S(c)), cuyas principales especies indicadoras son: corozo (*Scheelea preussii*), volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), mulato (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco (*Cibistax donnell-smithii*) y chaperno (*Andira inermis*). Como se observa en la Figura 4.110, el uso de la tierra predominante es agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve estrato-volcán.

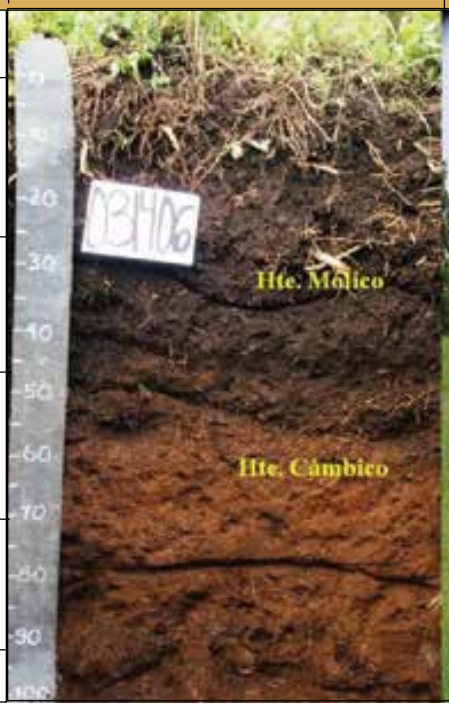
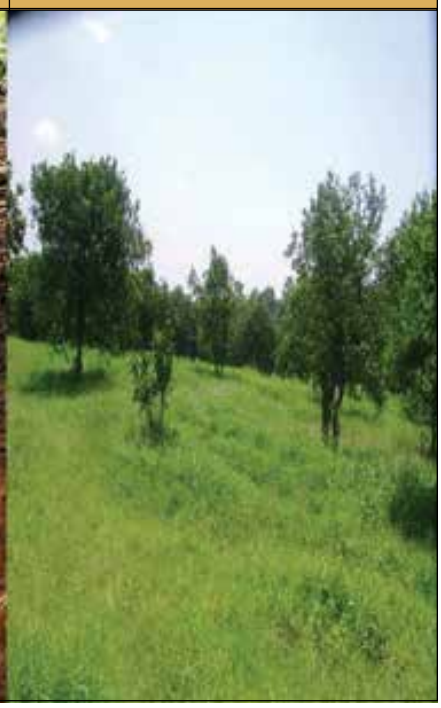
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Gris muy oscuro pH 6.5	00		
AB Franco arcillo arenosa Pardo oscuro pH 6.4	25		
Bw Franco arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.5	50		
C Franco arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.5	75		
	110x		

Figura 4.110 Perfil modal del Andic Humudepts (031406) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: J. del Cid, 2009)

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Andic Humudepts, familia ceniza, isotérmica (PM 031406) en un 90%, el 10% restante está ocupado por suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación La Carbonera, presenta las siguientes fases:

- **MHAd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (456 ha).
- **MHAdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), poca pedregosidad, erosión ligera (41 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031406

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031406:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Carbonera
Símbolo		MHA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humudepts, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Juan Alotenango
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Granja la Candelaria
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 465948
		Latitud (Y): 1595760
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2306
	Línea de vuelo No.	229
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,104 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinada
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido húmedo
	Precipitación promedio anual	3,000 mm.
	Temperatura promedio anual	20 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	110 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Naranja
	Limitante del uso	Frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo



Vegetación natural	Guarumo y otras especies
Describió	Judith Azucena del Cid Herrera, Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción	25-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, gruesos y irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual y ondulado.
25 – 50 cm. AB	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, gruesos, irregulares continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
50 – 75 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio limosa; poca gravilla (10%), irregular sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
75 – 110x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay reacción al HCl ni al H_2O_2; pH 6.5 reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 031406:

Cuadro No. 4.112 Resultados de los análisis físicos del perfil 031406

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
0-25	1.09	1.11	46.80	18.39				7.11	1.09	0.71	1.80
25-50	0.79	0.89	63.35	23.91				10.97	6.99	4.24	11.24
50-75	0.60	1.09	134.67	49.66				33.33			

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	11.28
25-50	12.95
50-75	16.32

Cuadro No. 4.113 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031406

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	62.24	34.37	3.39	FA	FA	40.00	6.5	4.82	9.16				12.93	7.54	Alta
25-50	56.77	39.58	3.65	FL	FArA	25.00	6.4	4.58	8.70				N.D		
50-75	8.52	86.22	5.26	FA	FAr	10.00	6.5	5.36	10.18				0.36		
75-110	49.92	49.20	0.88	FL	FAr	5.00	6.5	4.70	8.93				N.D		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	15.56	8.11	7.44	8.11	6.81	1.01	0.24	0.05		43.80	6.48	1.56	0.31	
25-50	23.89	7.58	16.31	7.58	6.38	0.95	0.10	0.15		26.70	3.96	0.42	0.64	
50-75	56.67	6.95	49.72	6.95	5.78	0.90	0.05	0.22		10.20	1.60	0.09	0.39	
75-110	57.22	7.16	50.06	7.16	6.20	0.70	0.04	0.22		10.84	1.22	0.06	0.39	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	52.16	1.80	8.70	14.90	20.85	13.40	0.86	0.63	3.30
25-50	31.72	0.60	5.40	8.10	15.15	16.60	2.60	1.10	2.22
50-75	12.27	0.70	0.35	1.10	7.30	34.00			2.53
75-110	12.52	0.20	0.45	0.75	5.35				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

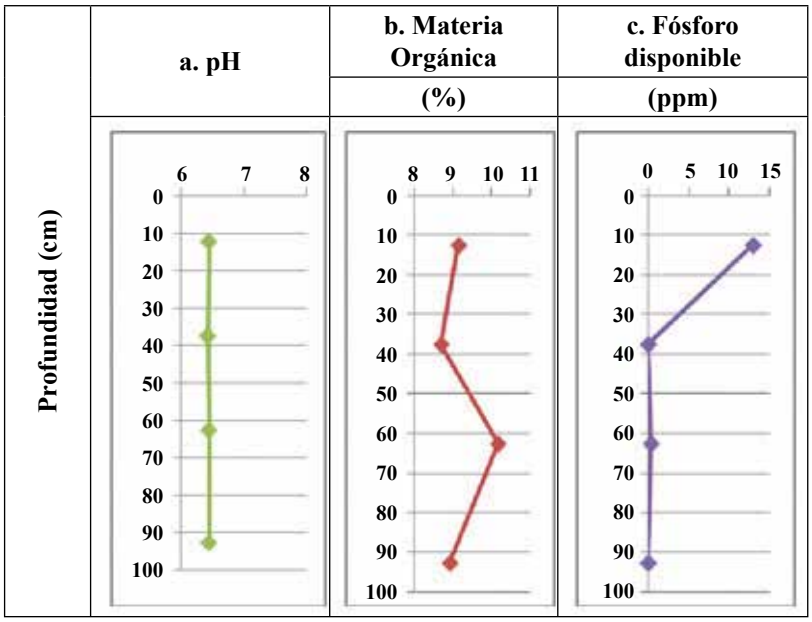


Figura 4.111 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031406

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se observa en la Figura 4.110 los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-B-C donde el horizonte A es de color gris muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en gránulos, finos, débiles, consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El segundo es un horizonte transicional A-B, pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El tercer horizonte Bw, color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, medios, moderados, consistencia

en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El cuarto horizonte es un C, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. Como se observa en el Cuadro 4.112 la porosidad total va de muy baja a baja, dominando la macroporosidad sobre la microporosidad y la humedad aprovechable es baja en el perfil.

Como se muestra en el Cuadro 4.113, la reacción del suelo es ligeramente ácida; la capacidad de intercambio de cationes varía de media a alta; el contenido de materia orgánica es medio y la saturación de bases presenta valores medios y bajos. Con respecto a los cationes, el Calcio presenta niveles altos, el Potasio presenta valores medios en el primer horizonte y bajo en los demás; el Magnesio presenta bajos valores. El contenido de Fósforo disponible es bajo, con baja retención fosfórica en los dos primeros horizontes y media en el tercero. Referente a los elementos menores, el Hierro es alto en el primer horizonte y se reduce en profundidad; el Manganeso presenta altos valores y el Cobre, presenta bajos valores. La fertilidad química de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con procesos importantes de humificación en sus horizontes superficiales, cambio de color y presencia de estructura, presentan altos contenidos de materia orgánica, también presentan intergradaciones ándicas, de texturas medias, con temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C). Suelos profundos, bien drenados, alta a baja saturación de bases, media a alta capacidad de intercambio de cationes.

Sus principales limitantes se deben a su posición en el relieve ya que se ubican en laderas de estrato-volcán por lo que sus pendientes son pronunciadas y provocan erosión ligera, se presentan frecuentes fragmentos de roca en el perfil.

Las dos fases de estos suelos presentan pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), la fase que posee menor pedregosidad superficial, su vocación es agrícola y posee aptitud para el establecimiento de cultivos de diferente ciclo agrícola. La fase que posee mayor pedregosidad superficial es de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas silvopastoriles de carácter extensivo.

Respecto a las prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, en la fase de vocación agrícola, deben establecerse fuertes prácticas, tales como siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. En las tierras de vocación agroforestal, además de las prácticas indicadas, se recomienda establecer terrazas individuales por planta. En ambos casos debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal.



En las actividades agrícolas y agroforestales debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y las propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. En función de la rentabilidad de los cultivos, se debe fertilizar con elementos menores, en ese caso se recomienda aplicar Cobre. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la unidad con la fase MHAd1, pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-1 por lo que tienen vocación para actividades agrícolas. La fase MHAdp1, pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-1, por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.1.53 Consociación Escarpes del Guacalate (orden Entisol): Vitrandic Udorthents, familia esquelética-ceniza, isotérmica; perfil modal 031412; símbolo MHB

La Consociación Escarpes del Guacalate se localiza en el municipio de San Juan Alotenango, abarca una superficie de 91 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "semicálido húmedo" (Código H), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 20.8 a 24.3° y precipitaciones entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud entre 600 a 1,000 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 20.1 °C, precipitación media anual 2,963 mm y una altitud media de 988 msnm, dentro de la zona vida denominada bosque muy húmedo subtropical (cálido) (bmh-S(c)), cuyas principales especies indicadoras son: corozo (*Scheelea preussii*), volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), mulato (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco (*Cibistax donnell-smithii*) y chaperno (*Andira inermis*). Como se observa en la Figura 4.112, la principal cobertura vegetal está constituida por bosque natural.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arenosa Gris muy oscuro pH 6.2	00		
C1 Arena franca Gris oscuro pH 6.7	10		
C2 Arena franca Gris pH 6.9	50		
	120x		

Figura 4.112 Perfil modal del Vitrandic Udorthents (031412) en paisaje de montaña volcano-erosional (Fotos: C. García, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas) en pendientes que van de ligeramente escarpadas (25-50%) a fuertemente escarpadas (>75%), sobre el tipo de relieve escarpe, correspondiente al paisaje de montaña volcano-erosional.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Vitrandic Udorthents, familia esquelética – ceniza, isotérmica (PM 031412) en un 90%, el 10% restante está ocupado por suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Escarpes del Guacalate, presenta las siguientes fases:

- **MHBep3:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (51 ha).
- **MHBgp3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (> 75%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (40 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031412

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031412:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Escarpes del Guacalate
Símbolo		MHB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Udorthents, familia esquelética - ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Juan Alotenango
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 466204
		Latitud (Y): 1596285
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2305
	Línea de vuelo No.	229
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Plano escarpado
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,100 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente escarpado
	Rango de la pendiente	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido húmedo
	Precipitación promedio anual	2,593 mm.
	Temperatura promedio anual	20 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.6 °C.



Drenaje	Interno	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	50 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60% por volumen
Uso	**Actual**	Bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo, mediana pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo
Vegetación natural		Guarumo y especies latifoliadas
Describió		César David García Sic, Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		16-04-2010

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 10 cm A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite difuso y ondulado.
10 – 50 cm C1	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura de campo arenosa franca y de laboratorio arenosa; abundante gravilla (60%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite difuso y ondulado.
50 – 120x cm C2	Color en húmedo gris (10YR5/1); textura de campo arenosa franca y de laboratorio arenosa; abundante gravilla (60%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos.

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados del laboratorio del perfil 031412:

Cuadro No. 4.114 Resultados de los análisis físicos del perfil 031412

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**
0-10	0.93	1.32	80.15	21.57				12.58	21.59	7.95	29.55

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-10	8.99			

Cuadro No 4.115 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031412

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-10	71.93	20.64	7.43	FA	FA	40.00	6.2	3.69	6.64	0.33			12.29	7.45	Alta
10--50	93.80	2.15	4.05	A	AF	60.00	6.7	0.45	0.83	0.04			3.27		
50-120	92.14	6.08	1.78	A	AF	60.00	6.9	0.27	0.49	0.02			2.76		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-10	7.50	10.75		13.37	8.83	1.55	0.35	2.64		117.73	20.67	4.67	35.20	
10—50	5.50	2.68	2.82	5.20	2.06	0.50	0.10	2.54		37.45	9.09	1.82	46.18	
50-120	10.00	1.51	8.49	4.19	1.09	0.29	0.10	2.71		10.90	2.90	1.00	27.10	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0-10	SAT	0.50	1.13	18.35	77.96	12.00
10—50	94.55	0.60	0.10	98.41	22.46	15.90
50-120	41.90	5.93	0.10	97.59	13.92	

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

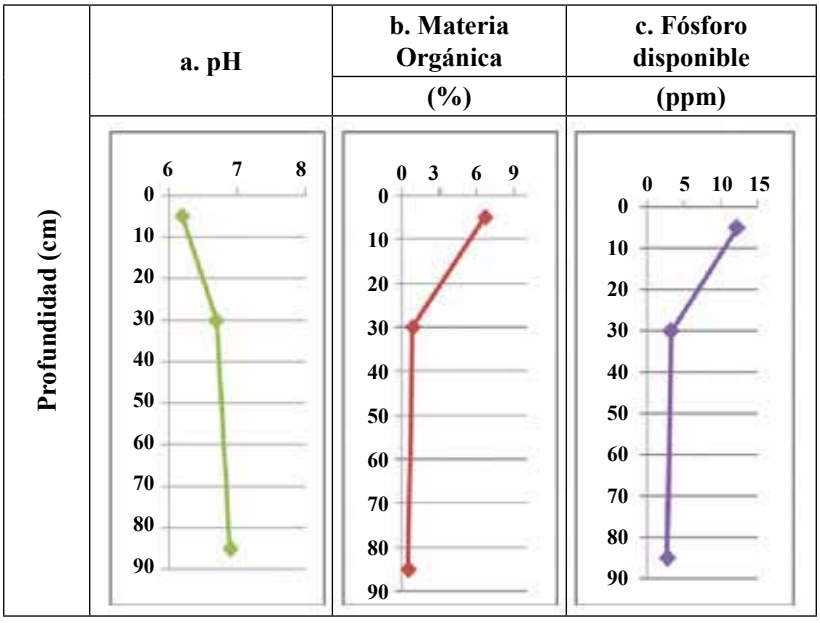


Figura 4.113 Caracteristicas químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031412

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.112 los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A-C donde el horizonte A presenta un color gris muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en gránulos, finos, débiles y de consistencia en húmedo muy friable; el segundo horizonte es un C1 de color gris oscuro, textura arenosa franca, sin estructura (grano suelto), con presencia de gravilla y consistencia en húmedo suelta; el tercer horizonte es un C2 de color gris, textura arenosa franca, sin estructura (grano suelto), con presencia de gravilla y consistencia en húmedo suelta; como se observa en el Cuadro 4.114, la porosidad total es baja, domina la macroporosidad de la microporosidad y la humedad aprovechable es baja en el perfil.

Como se muestra en el Cuadro 4.115 y la Figura 4.113 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra y los valores del pH aumentan con la profundidad; la materia orgánica es alta en el primer horizonte y baja en los subsiguientes. Respecto a los cationes, el Calcio es alto en el primer horizonte y bajo en los demás, el Magnesio y el Potasio son medios en el primer horizonte y bajos en los susiguientes. El contenido de Fósforo disponible se presenta en niveles medios en el primer horizonte y bajo en los demás, la retención fosfórica es baja, con respecto a los micronutrientes, el Hierro y Manganeso presentan valores altos, el Zinc y el Cobre presentan valores bajos. La fertilidad química de los suelos es alta

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales que no presentan estructura ni cambio de color significativo, generalmente esqueléticos, con humedad suficiente la mayor parte del año, con intergradaciones ándicas, temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C). Suelos superficiales, con drenaje moderadamente excesivo, texturas gruesas, alta saturación de bases, baja capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fertilidad química alta.

Estos suelos presentan las siguientes limitantes: pendientes escarpadas, abundantes fragmentos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial y erosión severa.

La fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25 al 50%) pero con limitaciones por erosión severa, es de vocación forestal (manejo del bosque natural y plantaciones forestales). La fase con pendientes fuertemente escarpadas (> 75%), es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad.

En la fase de vocación forestal es necesario mantener la cobertura vegetal al suelo como una medida de protección al impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía. El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben mantener el sotobosque para evitar la erosión y deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel. Incluso se recomienda realizar terrazas individuales por planta. En la fase de conservación debe mantenerse la vegetación existente, propiciar la regeneración natural y revegetalizar con especies nativas adaptadas a estas condiciones. En ambas fases es necesario realizar un plan anual de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MHBep3 pertenece a la clase VII, subclase VIIe y grupo de manejo VII e-1, por lo que son tierras de

vocación forestal. La fase MHBgp3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, por lo que son tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2 Suelos del paisaje altiplano hidro-volcánico (A)

El 11.3% de la superficie del departamento de Sacatepéquez está ocupado por el paisaje "altiplano hidro-volcánico". Este paisaje se localiza en los municipios de Magdalena Milpas Altas, Pastores, San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj y Sumpango.

Presenta varios tipos de clima que fueron caracterizados en el estudio climático (UPGGR-MAGA, 2009), siendo éstos: **semifrío húmedo (código S)** con los siguientes rangos: 14.3 a 17.0°C de temperatura media anual; 1,001 a 2,000 mm anuales de precipitación y un rango de altitud de 1,800 a 2,300 msnm. Asimismo fue identificado el clima **semifrío subhúmedo (código N)** con los siguientes rangos: 14.3 a 17.0 °C de temperatura media anual; 601 a 1,000 mm anuales de precipitación y un rango de altitud de 1,800 a 2,300 msnm.

Los relieves de este paisaje han sido modelados por procesos de erosión geológica, acumulaciones de mantos de ceniza volcánica y piroclastos recientes de diferentes tamaños; los materiales parentales identificados son: piroclastos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y depósitos superficiales clásticos aluvio – coluviales.

Los tipos de relieve dominantes son: lomas, terrazas, cañones y cañadas y vallecitos. Las formas del terreno predominantes son: planos de terraza, laderas, planos aluvio-coluviales, taludes de terraza y escarpes de terraza.

Se han identificado los siguientes órdenes de suelos: Entisoles, ubicados generalmente en cañones y cañadas, con predominio de pendientes inclinadas, presentan baja evolución genética; Inceptisoles, con evolución incipiente, pero mayor que en los Entisoles, se identificaron en vallecitos, terrazas y otras formas de terreno; Andisoles que presentan moderada evolución genética, ubicados en terrazas, lomas, vallecitos y abanicos y Molisoles que son suelos moderadamente evolucionados, ubicados en terrazas.

Estos suelos son el resultado de la evolución sobre una variedad de materiales parentales de origen volcánico que provienen del período Cuaternario, especialmente holocénicos, por lo que dominan los suelos jóvenes o de baja a moderada evolución.



De acuerdo con los resultados de las propiedades químicas analizadas en los perfiles modales, se han encontrado las siguientes variaciones: **A. Capacidad de Intercambio de Cationes (CIC)**: el 74.8% de los suelos del paisaje presentan altos valores de CIC; el 24.6% presentan valores medios y el 0.60% restante, presenta bajos valores. **B. Saturación de Bases (SB)**: el 100 % de los suelos presenta alta saturación de bases. **C. Carbono Orgánico (CO)**: el 54.6 % de los suelos del paisaje presentan bajos valores; el 30.4 % de los suelos presentan valores medios y el 14.9 %, altos valores de CO. **D. pH**: el 69.6% de los suelos presentan valores de pH "ligeramente ácidos"; el 29.8%, presentan valores de pH neutros; el 0.60% de los suelos presentan valores "ligeramente alcalinos". **E. Fertilidad**: en el 85.5 % de los suelos predomina la alta fertilidad natural y el restante 14.5% de los suelos presenta valores medios.

Entre las propiedades físicas analizadas, estos suelos se caracterizan por: **A. Textura**: predominan las texturas medias en un 80.3% de los suelos y texturas finas en el 19.7 % restante. **B. Estructura**: la estructura predominante es "bloques subangulares" ya que se presenta en el 52% de los suelos; la estructura granular es la segunda categoría en presencia ya que el 36% de los suelos la presentan y el 12% restante presenta bloques angulares. **C. Densidad aparente**: predomina la muy baja densidad aparente en el 60.1% de los suelos y baja en el 39.9% restante. **D. Profundidad efectiva**: el 43% de los suelos son profundos; el 23% moderadamente profundos; el 20.5% superficiales y el 13.4% restante moderadamente superficiales. **E. Drenaje natural**: el 62.8% de los suelos son "bien drenados"; el 24.2% presentan drenaje moderado y el 12.9% restante presentan drenaje excesivo. **F. Pedregosidad superficial**: en general los suelos presentan poca pedregosidad superficial, excepto en los ápices de los abanicos donde esta característica es frecuente y **G. Consistencia en húmedo**: en general se presentan de ligeramente plásticos a moderadamente plásticos.

Las pruebas de infiltración, considerada como una propiedad física hidrodinámica referente al movimiento vertical del agua por los poros del suelo, característica medida en cm/hora, se relaciona directamente con el tamaño de las partículas del suelo; las pruebas fueron realizadas en 3 unidades de este paisaje. Los resultados fluctuaron entre "moderadamente rápida infiltración a muy rápida". Los suelos donde se realizaron las pruebas son los siguientes:

- **ANA** (tipo de relieve terraza, perfil modal 30306): infiltración rápida.
- **ANB** (tipo de relieve terraza, perfil modal 41602): infiltración moderadamente rápida.
- **ANC** (tipo de relieve terraza, perfil inclusión 41301): infiltración rápida.

Se extrajeron muestras de suelo para caracterizar los minerales presentes en las siguientes unidades: ASD (tipo de relieve cañones y cañadas, perfil 30607); ASC (tipo de relieve terraza, perfil 30502), ANF (tipo de relieve vallecito, perfil 30309), ASB (tipo de relieve terraza, perfil 40903) y ANB (tipo de relieve terraza, perfil 41602).

La interpretación de los resultados de los análisis mineralógicos en los diferentes tipos de relieve y materiales parentales, indica que el grado de alteración de las arenas es bajo por la dominancia de feldespatos; no obstante, tambien se presentan vidrio volcánico, magnetita, hornblenda, hiperstena, diópsido y trazas de hematita, fragmentos de toba, granos alterados, biotita, lamprobolita, cuarzo, rutilo, fitolitos y circón. Con respecto a la fracción arcilla, la dominancia de materiales amorfos y la presencia de haloisita y feldespatos indica etapas iniciales en la formación de los suelos de este paisaje.

SINTESIS

Los suelos del altiplano hidrovolcánico presentan buena disponibilidad y una adecuada capacidad para absorber nutrientes, una adecuada proporción de arenas, limos y arcillas y un buen movimiento del agua en el suelo. El pH no es un factor que limite la productividad de las tierras.

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 arenas se relacionan con la fertilidad potencial del suelo y en el altiplano la fertilidad potencial es alta ya que las arenas presentan minerales que al desintegrarse heredan al suelo elementos importantes para la nutrición vegetal; los minerales presentes en la fracción arcilla indican el origen volcánico de los suelos y el grado moderado de evolución genética.



La estructura del suelo en bloques subangulares con consistencia friable, la densidad aparente muy baja indica que los suelos son livianos, frágiles y requieren de un manejo adecuado de la labranza para no destruirlos. 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 los suelos del altiplano hidrovolcánico se cultivan plantas principalmente de ciclo corto, generalmente para la comercialización en el mercado local y para la exportación. Entre los principales productos agrícolas se destacan como cultivos de exportación: minivegetales, ejote francés, arveja china, radichio; como cultivos para el mercado local: repollo, coliflor, lechuga, brócoli, zanahoria, ejote francés, col de brúselas, nabo, minivegetales, cebolla, espárrago, fríjol, maíz, arveja china, arveja dulce, papa, radichio, haba, cilantro, flores y frutales como el durazno, la ciruela, mora, fresa y frambuesa; para consumo y mercado local: fríjol y maíz.

4.2.2.1 Consociación Santiago (orden Andisol): Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica; perfil modal 030606; símbolo ASA

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones de la cabecera municipal y en las granjas Carchí y El Trébol del municipio de Magdalena Milpas Altas; finca La Joya del municipio de San Lucas Sacatepéquez; finca Florencia y Granja Mónaco del municipio de Santa Lucía Milpas Altas. Asimismo, en los caserios de Chixolís, Pachalí y Pacul; en las fincas Chixolís, El Retiro y Olibel; en las granjas Chiqui, Las Amadas, Tania Selva, Santa Amelia, Altamira y Bejucal del municipio de Santiago Sacatepéquez. Abarca una extensión de 907 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0° y un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.0 °C, precipitación media anual de 1,108 mm y una altitud media de 2,071 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros; como se observa en la Figura 4.114 el uso principal de la tierra es la agricultura limpia.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franca Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.1	00		
Bw1 Franco arcillo limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.9	45		
Bw2 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.8	95 130x		

Figura 4.114 Perfil modal del Humic Haplustands (030606) en paisaje de altiplano hidro-volcánico (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) hasta ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PM 030606) en un 90%. La inclusión corresponde a un suelo Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PI 030901) en un 10% de la superficie de la unidad.

La inclusión de suelos Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PI 030901), se caracteriza por presentar suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas y fertilidad química alta, no presentan erosión, pero sí déficit de agua en época seca, son suelos productivos, donde sobresalen el uso agrícola (ver detalles del perfil en el Anexo B).

La Consociación Santiago, presenta las siguientes fases:

- **ASAc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (269 ha).
- **ASAd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (74 ha).
- **ASAd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (507 ha).
- **ASAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (57 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030606

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030606:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santiago
Símbolo		ASA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santiago Sacatepéquez
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 483044
		Latitud (Y): 1617697
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8507
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,132 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,107 mm.
	Temperatura promedio anual	14 °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.	16.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento a medio
	Externo	Rápido
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderada
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	95 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, haba
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Encino, pino, ilamo
Describió		César David García Sic, Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		17-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 45 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; estructura en gránulos, finos y moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes, poros, medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro.
45 – 95 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo y de laboratorio franco arcillo limosa; estructura prismática que rompe en bloque subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro.
95 – 130x cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura prismática que rompe en bloques subangulares, medios y gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, medianos, irregulares, continuos; pocas raíces; finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra.



B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030606:

Cuadro No. 4.116 Resultados de los análisis físicos del perfil 030606

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
0-45	0.87	1.12	86.92	28.11				19.89	15.10	7.22	22.32
45-95	0.93	1.25	85.51	34.00				30.77	15.42	10.18	25.60

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-45	8.22
45-95	3.23

Cuadro No. 4.117 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030606

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-45	27.65	60.01	12.34	FL	F		6.1	2.46	4.67				23.66		
45-95	2.35	65.83	31.82	FArL	FArL		6.9	0.26	0.50				0.12	8.29	Alta
95-130	8.93	65.48	25.59	FL	Ar		6.8	0.24	0.46				0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-45	24.50	13.02	11.48	13.02	9.28	1.70	1.86	0.17		37.88	6.96	7.58	0.71	
45-95	25.50	16.10	9.40	16.10	11.35	2.96	1.24	0.55		44.52	11.62	4.85	2.17	
95-130	30.00	15.74	14.26	15.74	11.28	3.13	0.77	0.56		37.60	10.45	2.55	1.86	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-45	53.13	2.18	0.72	49.50	2.80	28.1			
45-95	63.15	2.32	1.44	25.40	2.50	35.1	0.74	1.10	
95-130	52.45	2.18	1.26	26.00	3.00	33.9			

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

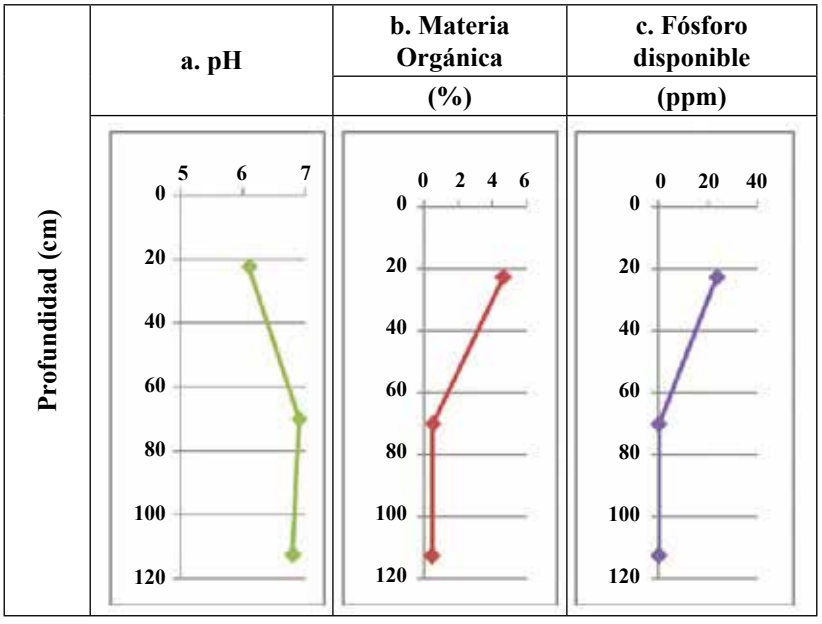


Figura 4.115 Caracteristicas químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 030606

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.114 los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado de tipo A-B, donde se observa que el horizonte Ap es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura en gránulos y consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte se subdivide en Bw1 y Bw2, el primero con textura franco arcillo limosa, color pardo amarillento oscuro, estructura prismática y consistencia en húmedo friable; mientras que Bw2 es de textura arcillosa, pardo amarillento oscuro; estructura prismática que rompe en bloques subangulares y consistencia en húmedo firme. Como se observa en el Cuadro 4.116 la porosidad total es baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en todos los horizontes, la humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.117 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, los valores de pH se incrementan con la profundidad (Figura 4.115); la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases presenta altos valores en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es media en el horizonte A y baja en el horizonte B.

Con respecto a los cationes, el contenido de Calcio y Potasio es alto; Magnesio presenta valores medios. El contenido de Fósforo en el horizonte A es alto y bajo en los subsiguientes, la retención fosfórica es moderada. Con referencia a los elementos menores, el Cobre y Hierro presentan altos valores; el Zinc y Manganeso, presentan bajos valores. La fertilidad química de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos suelos se han desarrollado a partir de material volcánico, su evolución es moderada y los amorfos que lo conforman tienden a fijar fósforo en forma moderada, poseen alta saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes. Presentan régimen de humedad ústico, por lo que tienen un semestre seco o con déficit de agua por más de 90 días consecutivos; presentan altos valores de materia orgánica en el epipedón, de texturas medias, en clima edáfico isotérmico (temperaturas medias entre 15 a 22 °C anuales).

Las limitantes principales se deben a su posición en el relieve ya que se ubican en laderas de lomas, con pendientes pronunciadas, erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), es de vocación agrícola y es apta para el establecimiento de cultivos intensivos (hortícolas u otros). Las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), también poseen vocación agrícola pero con una aptitud menos amplia que la primera fase, debido a sus limitaciones, en este caso son aptas para cultivos agrícolas pero con prácticas agrícolas menos intensivas.



La fase con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para el establecimiento de cultivos perennes en arreglos agroforestales y para la implementación de sistemas extensivos silvopastoriles.

Para los suelos agrícolas y con el objetivo de disminuir la erosión hídrica, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos, la intensidad debe incrementarse en la medida que aumente las pendientes. Las medidas son la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Estos suelos necesitan un laboreo

mínimo para evitar la erosión eólica. En el caso de la fase con vocación agroforestal, las medidas indicadas deben incrementar su intensidad por el aumento de las pendientes e incluso, se recomiendan terrazas individuales para las plantas.

Asimismo, una amenaza para estas tierras es la erosión eólica por lo que se recomiendan las barreras contravientos. Una constante de estas tierras es la necesidad de materia orgánica, por lo que es recomendable para mejorar sus condiciones físicas y químicas que se adicione materia orgánica incorporando restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada fijación fosfórica, se recomienda la adición de fertilizantes fosfóricos poco solubles, aplicarlos cercanos a las raíces y en forma frecuente. Respecto a elementos menores necesitan Zinc y Manganeso. Necesitan riego en época seca, debido a sus texturas medias, se recomiuenda regar con mayores volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan la siembra de pastos mejorados, adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ASAc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-2, por lo que son tierras de vocación agrícola con cultivos intensivos. La fase ASAd1, es de clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-1, son tierras de vocación agrícola. La fase ASAd2, es de clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-1, son tierras de vocación agrícola. La fase ASAe1, es de la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que son tierras de vocación agroforestal y sistemas silvopastoriles.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2.2 Consociación Cerritos (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia fina, activa, isotérmica; perfil modal 040903; símbolo ASB

Los suelos de esta unidad se ubican en la granja El Morro del municipio de Magdalena Milpas Altas; cabecera municipal y colonia Jardines de San Lucas III del municipio de San Bartolomé Milpas Altas; cabecera municipal, las colonias Jardines de San Lucas I y IV, granjas La Ruca, San Isidro y hacienda La Suiza Contenta del municipio de San Lucas Sacatepéquez; caserío Santo Tomás Milpas Altas, granjas Los Palitos, San Francisco y Santa Teresa y las colonias El Paraíso y Joya de las Ventillas del municipio de Santa Lucía Milpas Altas; los caseríos Payatzancán, Santa María Cauqué y Tzanjay; granjas Chituc, Claveles Tres Cruces, El Bosque, Ixmucané, Los Luises y Manzanales, las colonias Chiyá y Jardines de Santiago, y los parajes Chacayá, Chitacay y Las Tres Cruces del municipio de Santiago Sacatepéquez. La consociación tiene una extensión de 1,697 hectáreas, esta unidad ha sido descrita en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango, por lo cual inicialmente los suelos fueron identificados y muestreados en ese departamento (ver MAGA-IGAC, 2010).



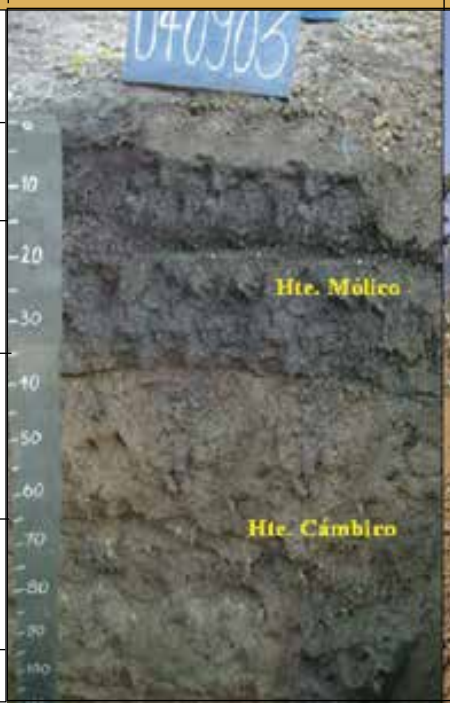
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillosa Pardo muy oscuro pH 5.5	00		
A2 Franco arcillosa Pardo muy oscuro pH 6.1	14		
Bw1 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 6.5	26		
Bw2 Franco arcillo limosa Pardo amarillento pH 6.7	82		
	150x		

Figura 4.116 Perfil modal del Typic Haplustolls (040903) en paisaje de altiplano hidro-volcánico (Fotos: O. Illescas, 2007)

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0° y un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.0 °C , precipitación media anual de 1,083 mm y una altitud media de 2,050 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otras. En la Figura 4.116 se observa que la agricultura limpia constituye el principal uso de la tierra.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en terrenos con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve de terrazas. Una vista panorámica y del perfil se muestra en la Figura 4.116.

La consociación está compuesta por el suelo Typic Haplustolls, familia fina, activa, isotérmica (PM 040903) en un 80% del total del área, con inclusión de Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (PI 030608) en un 20% de la superficie.

Los suelos de la inclusión corresponden a Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (PI 030608), se caracterizan por ser profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas y fertilidad química alta, presentan erosión ligera y déficit de agua en época seca, son suelos muy productivos que se utilizan en cultivos de fríjol, maíz, repollo y brócoli (ver detalles del perfil en Anexo B).

La Consociación Cerritos, presenta las siguientes fases:

- **ASBb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (1,445 ha).
- **ASBc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (252 ha).

A). Descripción del perfil modal No 040903

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040903 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en perfil del suelo corresponden a esa ubicación; sin embargo, debido a que el polígono de suelos continua en el departamento de Sacatepéquez, se aplican los resultados obtenidos.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Cerritos
Símbolo		ASB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia fina, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Patzicía
	Aldea	Cerritos
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 449540
		Latitud (Y): 1625246
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,459
	Línea de vuelo No.	220
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,233 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente plano
	Rango de la pendiente	0 – 3 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,400 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	150 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	No hay
Vegetación natural		No se encuentra
Describió		Otto Homero Illescas Fernández
Fecha de descripción		30-06-2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 14 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.5, reacción fuertemente ácida; límite claro y plano.
14 – 26 cm A2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
26 – 82 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
82 -150x cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura franco arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 040903:

Cuadro 4.118 Resultados de los análisis físicos del perfil 040903

Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0 – 14	0.96	2.38	39.79	35.82	24.23	5.96	53.81	59.78
14 – 26	1.02	2.38	31.44	30.92	26.22	0.95	56.36	57.31
26 – 82	1.04	2.45	45.45	41.34	38.84	5.19	52.24	57.44

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 14	11.59
14 – 26	4.70
26 – 82	2.50

Cuadro 4.119 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 040903

Profundidad	Granulometría %			Clase Textural	Gravilla*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 14	44.53	25.13	30.34	FAr		5.5	1.02	1.94				30.84	8.19	Alta
14 – 26	39.42	21.81	38.77	FAr		6.1	0.90	1.71				9.92		
26 – 82	24.85	28.46	46.69	Ar		6.5	0.60	1.14				ND		
82 – 150	18.30	43.47	38.33	FArL		6.7	1.08	2.05				ND		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 14	26.04	24.34	1.70	24.19	20.40	2.20	1.53	0.05	0.15	78.37	8.45	5.88	0.21	0.58
14 – 26	23.77	23.65	0.12	23.65	19.61	2.74	1.30	0.01		82.48	11.51	5.46	0.05	
26 – 82	24.90	21.35	3.55	21.35	16.39	1.99	2.80	0.17		65.80	8.01	11.25	0.69	
82 – 150	24.34	24.15	0.19	24.15	20.93	1.60	1.08	0.53		85.99	6.59	4.45	2.17	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención Fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0 – 14	92.91					26.90
14 – 26	99.49					28.30
26 – 82	85.75					17.10
82 – 150	99.21					20.90

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

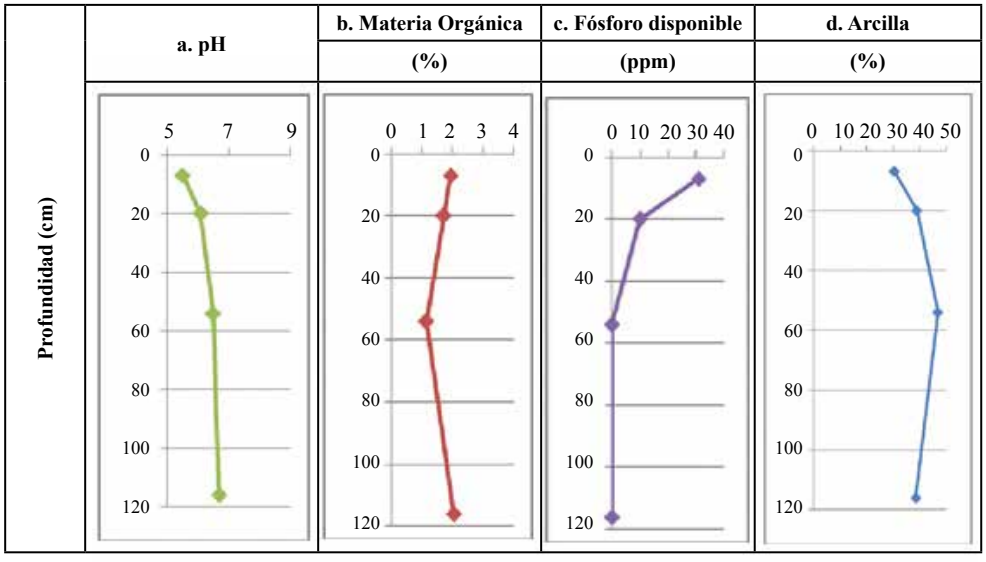


Figura 4.117 Caracteristicas químicas y fisicas: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se presenta en la Figura 4.116, el suelo posee un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-B donde el horizonte A fue dividido en Ap y A2, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa,

estructura en bloques subangulares medios, gruesos y moderados y consistencia en húmedo, firme. El horizonte Bw es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillosa y franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, medios y moderados, consistencia en húmedo firme. Como se observa en el Cuadro 4.118, la porosidad total es alta, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es muy baja en todos los horizontes.

Como se muestra en el Cuadro 4.119 y Figura 4.117, la reacción del suelo varía de fuertemente ácida a neutra y los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes y la saturación de bases presentan altos valores en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con respecto a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan altos valores; el Magnesio presenta medios valores. El contenido de Fósforo disponible es alto en el horizonte Ap y bajos en los subsiguientes. La retención fosfórica es moderada. La fertilidad química de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con horizontes superficiales gruesos y oscuros, bajos contenidos en materia orgánica. Suelos profundos, de texturas medias, alta saturación de bases y alta capacidad de intercambio catiónico. Fertilidad química alta. Presentan un período seco mayor a 3 meses consecutivos en el año; con temperaturas en el suelo isotérmicas (temperaturas anuales medias de 15 a 22°C).

Presentan ligeras limitaciones por sus pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente inclinadas (7-12%), son de vocación agrícola y son aptos para el establecimiento de cultivos intensivos (hortícolas u otros).

Con el objetivo de disminuir la erosión hídrica, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos, éstas serán de mayor intensidad en las tierras con mayor pendiente. Las medidas sugeridas son la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Estos suelos necesitan un laboreo mínimo para evitar la erosión eólica y la compactación de horizontes subsuperficiales.

Asimismo, se recomiendan las barreras contravientos. Una constante de estas tierras es la necesidad de materia orgánica, por lo que es recomendable para mejorar sus condiciones físicas y químicas que se adicione materia orgánica incorporando restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada fijación fosfórica, se recomienda la adición de fertilizantes fosfóricos poco solubles, aplicarlos cercanos a las raíces y en forma frecuente. Necesitan riego en época seca, debido a sus texturas medias, se recomienda regar con elevados volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de sistemas de aspersión o goteo.



E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ASBb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-2, son tierras de vocación agrícola para cultivos intensivos. La fase ASBc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-2, son tierras de vocación agrícola para cultivos intensivos.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2.3 Consociación Chuyá (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia medial, amórfica, isotérmica; perfil modal 030502; símbolo ASC

La consociación Chuyá se encuentra localizada a inmediaciones de la cabecera municipal, la granja Rancho San Juan y el paraje Chuyá del municipio de Santo Domingo Xenacoj; la labor Palos Verdes y la colonia Villa Innsbruk del municipio de Santiago Sacatepéquez; abarca una extensión de 492 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0° y un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.9 °C, precipitación media anual de 1,209 mm y una altitud media de 1,829 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical, (bh-MB), cuya principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y ciprés común (*Cupressus lusitánica*).

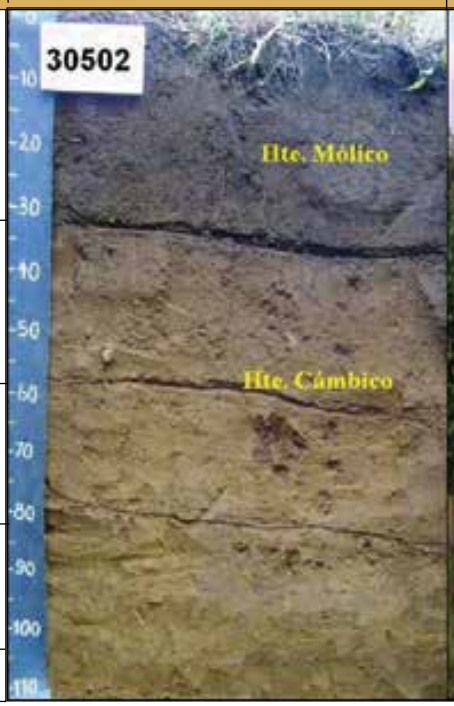
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.3	00		
Bw1 Arcillosa Pardo amarillento oscuro pH 7.1	30		
Bw2 Arcillo limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.9	60		
C Arcillo limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.9	80		
	140x		

Figura 4.118 Perfil modal del Andic Haplustolls (030502) en paisaje de altiplano hidro-volcánico (Fotos: M. Tum, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve terraza.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Andic Haplustolls, familia medial, amórfica, isotérmica (PM 030502) en un 90%, el 10% restante está conformado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Chuyá, presenta la siguiente fase:

- **ASCb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (492 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030502

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030502:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chuyá
Símbolo		ASC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia medial, amórfica, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santo Domingo Xenacoj
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino a Santo Domingo Xenacoj
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 477052
		Latitud (Y): 1622337
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7085
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,820 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente inclinado
	Rango de la pendiente	3-7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,221 mm.
	Temperatura promedio anual	16 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	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	80 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol, arveja, repollo, zanahoria
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de material compactado
Vegetación natural		Pino, ciprés, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		17-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra; límite claro y plano.
30 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, tubulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra; límite claro y plano.
60 – 80 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite gradual y plano.
80 – 140x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos, químicos, mineralógicos y pruebas de infiltración

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030502:

Cuadro 4.120 Resultados de los análisis físicos del perfil 030502

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
0-30	1.29	1.37	72.31	16.6				7.65	4.50	1.34	5.84
30-60	0.55	1.26	88.24	22.53				15.54	41.96	14.39	56.35

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	8.95			
30-60	6.99			

Cuadro 4.121 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030502

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*		ppm	Valor	Calific.
0-30	18.73	53.93	27.33	FArL	FAr		7.3	1.23	2.33				31.45	7.92	Alta
30-60	18.73	53.93	27.33	FArL	Ar		7.1	0.26	0.50				0.98		
60-80	33.69	46.15	20.17	F	ArL		6.9	0.40	0.76				6.60		
80-140	17.14	53.28	29.59	FArL	ArL		6.9	0.37	0.71				0.10		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-30	16.50	10.49	6.01	10.49	5.66	2.77	1.90	0.17		34.28	16.77	11.51	1.01	
30-60	20.50	11.47	9.03	11.47	7.15	2.58	1.39	0.34		34.89	12.60	6.79	1.66	
60-80	23.50	13.57	9.93	13.57	9.04	3.45	0.38	0.70		38.47	14.68	1.60	2.99	
80-140	24.50	17.98	6.52	17.98	11.40	4.72	1.07	0.79		46.53	19.27	4.36	3.24	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-30	63.57	16.50	1.14	30.00	3.20	22.8			
30-60	55.94	20.50	0.54	30.70	8.30	13.3	0.36	1.10	
60-80	57.74	23.50	1.16	23.40	5.50	19.5			
80-140	73.40	24.50	0.76	18.40	5.30				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.122 Resultados del análisis mineralógico del perfil 030502

Minerales presentes en la fracción de arcilla	Profundidad (cm)		
	30-60	60-80	80-140
Material no cristalino	++++	++++	++++
Feldespatos	++	++	++
Haloisita	++	++	++
Intergrados 2:1 - 2:2	_	_	_
Minerales presentes en la fracción de arena	**Profundidad (cm)**		
	30-60	**60-80**	**80-140**
Feldespato	55%	62%	68%
Vidrio volcánico	tr	1%	2%
Hornblenda	6%	4%	4%
Hiperstena	9%	10%	11%
Diópsido	7%	9%	13%
Magnetita	13%	8%	6%
Hematita	3%	2%	Tr
Fragmento de toba	2%	1%	Tr
Granos alterados	2%	1%	Tr

Biotita	_	_	_
Lamprobolita	_	2%	1%
Cuarzo	_	tr	Tr
Circón	_	_	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	?

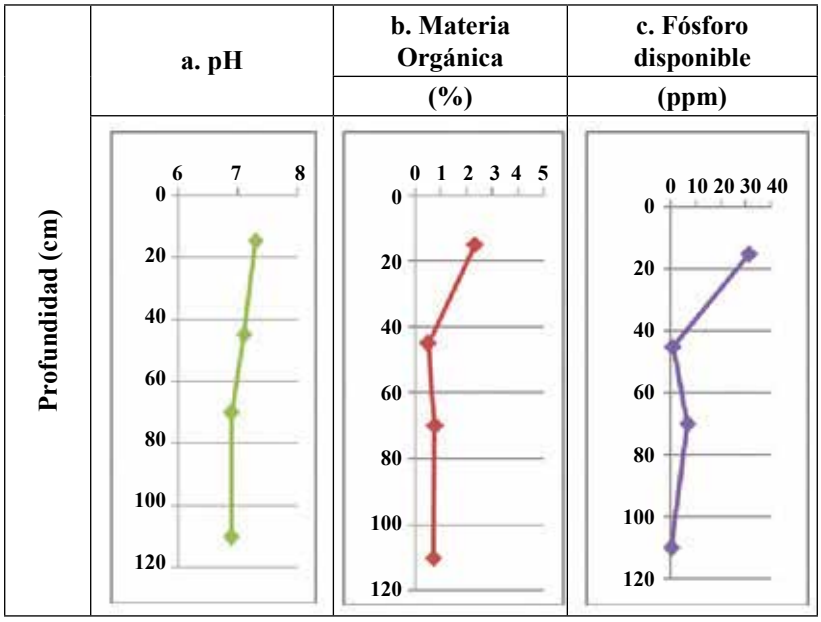


Figura 4.119 Caracteristicas químicas en función de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 030502

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado de tipo A-B-C, en la Figura 4.118 se observa un horizonte Ap de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcillosa, estructura en bloques medios, débiles y consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un Bw subdividido en Bw1 y Bw2, ambos horizontes son de color pardo amarillento oscuro, de texturas arcillosa y arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos moderados, consistencia en húmedo friable; el horizonte C, pardo amarillento oscuro, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo firme. Como se puede apreciar en el Cuadro 4.120 la porosidad total es baja en el primer horizonte y alta en el segundo; domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja.

Según los resultados que muestra el Cuadro 4.121 y la Figura 4.119 la reacción del suelo es neutra, los valores de pH se incrementan ligeramente con la profundidad; la capacidad de intercambio catiónico en el primer horizonte es media y en los demás horizontes, alta; el contenido de materia orgánica en todo el perfil es bajo, la saturación de bases es alta.

Con respecto a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan altos valores; el Magnesio presenta valores medios. El Fósforo presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en los subsiguientes. La

retención fosfórica es baja. Respecto a los elementos menores, el Cobre y el Hierro presentan altos valores, el Manganeso valores medios y el Zinc, valores bajos. La fertilidad química de los suelos es alta.

Según los resultados presentados en el Cuadro 4.122, los minerales presentes en la fracción arena son: feldespatos, vidrio volcánico, hornblenda, hiperstena, diópsido, magnetita, hematita, fragmento de toba, granos alterados, biotita, lamprobolita, cuarzo, circón; y los minerales presentes en la fracción arcilla son: material no cristalino, feldespatos, haloisita, integrados 2:1 – 2:2, los cuales se reparten en todo el perfil del suelo confirmando su origen volcánico.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Son suelos de media evolución genética que presentan algunos rasgos de desarrollo como cambio de color, moderadamente profundos, de media a alta capacidad de intercambio catiónico y alta bases, altos contenidos de carbono orgánico, de texturas moderadamente finas. Posee una temperatura edáfica isotérmica (temperaturas anuales entre 15 a 22 °C).

Sus limitantes principales son la erosión ligera y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año. La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) es de vocación agrícola y es apta para el establecimiento de cultivos intensivos (hortícolas u otros).

Con el objetivo de disminuir la erosión hídrica, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos. Las prácticas sugeridas son la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas y muertas. Estos suelos necesitan un laboreo mínimo para evitar la erosión eólica y el establecimiento de barreras contravientos.

Una constante de estas tierras es la necesidad de adicionare materia orgánica, por lo que es recomendable para mejorar sus condiciones físicas y químicas que se agregue materia orgánica incorporando restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar Nitrógeno y Fósforo. Como elementos menores es necesario aplicarle Zinc. Necesitan riego en época seca, debido a sus texturas moderadamente finas, se recomienda regar con elevados volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ASCb1 pertenece a la clase II, subclase II pes y grupo de manejo II pes-1, por lo que son tierras de vocación agrícola con aptitud para cultivos agrícolas intensivos.



Para conocer los cultivos que se adaptan y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2.4 Grupo Indiferenciado Río Xaltayá (orden Entisol): Vitrandic Ustorthents, familia medial, amórfica, no ácida, isotérmica (perfil modal 030607) y Vitrandic Ustorthents, familia medial, no ácida, isotérmica (perfil modal 040704); símbolo ASD

Los suelos de este Grupo Indiferenciado se encuentran localizados a inmediaciones de la Granja San Rafael del municipio de San Bartolomé Milpas Altas; parajes, poblado Severino del municipio de Santo

Domingo Xenacoj y poblado El Arado del municipio de Sumpango; abarca una extensión de 1,204 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0°y un rango de precipitaciones medias anuales entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud entre 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.3 °C, precipitación media anual de 1,186 mm y una altitud media de 1,815 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuya principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*) y ciprés común (*Cupressus lusitánica*). Como se observa en la Figura 4.120, la principal cobertura vegetal es el bosque natural

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franco arcillo arenosa Pardo oscuro a pardo pH 7.2	00		
C1 Arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 7.3	15		
C2 Arcillo arenosa Pardo grisáceo oscuro pH 7.1	35		
	130x		

Figura 4.120 Perfil modal del Vitrandic Ustorthents (030607) en paisaje de altiplano hidro-volcánico (Fotos: D. Yoc, 2009).

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico, en tipo de relieve cañones y cañadas.

El Grupo Indiferenciado está representado por los suelos Vitrandic Ustorthents, familia medial, amórfica, no ácida, isotérmica (PM 030607) en un 60% y el suelo Vitrandic Ustorthents, familia medial, no ácida, isotérmica (PM 040704) en un 40% del total del área. Estos suelos fueron identificados en el levantamiento de suelos realizado en el departamento de Chimaltenango, ver detalles en MAGA-IGAC, 2010.



Estos suelos Vitrandic Ustorthents, familia medial, no ácida, isotérmica (PM 040704) se caracterizan por ser superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, contenido de materia orgánica alto en A y bajo en C, reacción neutra, fertilidad natural alta, pendientes moderadamente escarpadas, presentan erosión ligera.

En su estructura morfológica presentan una secuencia de horizontes poco evolucionados del tipo A-C; donde el horizonte A es de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en gránulos gruesos, débiles y consistencia en húmedo, friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica. El segundo horizonte es un C, de textura franco arcillosa, de color pardo amarillento oscuro, de textura arenosa; sin estructura (grano suelto) y consistencia en húmedo suelta y en mojado no pegajosa y no plástica. Son suelos poco productivos. Información adicional del perfil se encuentra en el anexo B.

El Grupo Indiferenciado Río Xaltayá, presenta la siguiente fase:

- **ASDf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (1,204 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030607

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030607:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Río Xaltayá
Símbolo		ASD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Ustorthents, familia medial, amórfica, 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)	Longitud (X): 480614
		Latitud (Y): 1617915
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8510
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y Cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,924 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,185 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °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 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severo
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**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca, presencia de material compactado
Vegetación natural		Encino, pino
Describió		Deisy Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		18-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 15 cm A	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franco arcillo arenosa 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, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra; límite claro e irregular.
15 – 35 cm. C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; 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 7.3, reacción neutro; límite claro e irregular.
35 – 130x cm C2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; 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 7.1, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030607

Cuadro 4.123 Resultados de los análisis físicos del perfil 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 4.124 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030607

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	56.89	24.37	18.74	FA	FArA		7.2	2.02	3.83				27.85	8.20	Alta
15-35	52.29	31.39	16.32	FA	ArA		7.3	0.63	1.20				10.09		
35-130	53.3	28.28	18.42	FA	ArA		7.1	0.88	1.68				11.33		

Profundidad	ComplejoSaturaciones %									de cambio meq/100 g				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
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

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.125 Resultados del análisis mineralógico del perfil 030607

Minerales presentes en la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	00-35	35-55
Material no cristalino	++++	++++
Feldespatos	+	+
Haloisita	++	++
Intergrados 2:1 - 2:2	Tr	Tr
Minerales presentes en la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	15-35	**35-130**
Feldespato	71%	60%
Vidrio volcánico	11%	3%
Hornblenda	4%	4%
Hiperstena	4%	6%
Diópsido	1%	10%
Magnetita	2%	8%
Hematita	3%	3%
Fragmento de toba	2%	Tr
Granos alterados	2	1%
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
Comun, de 15 a 30%	++	Dudoso	?

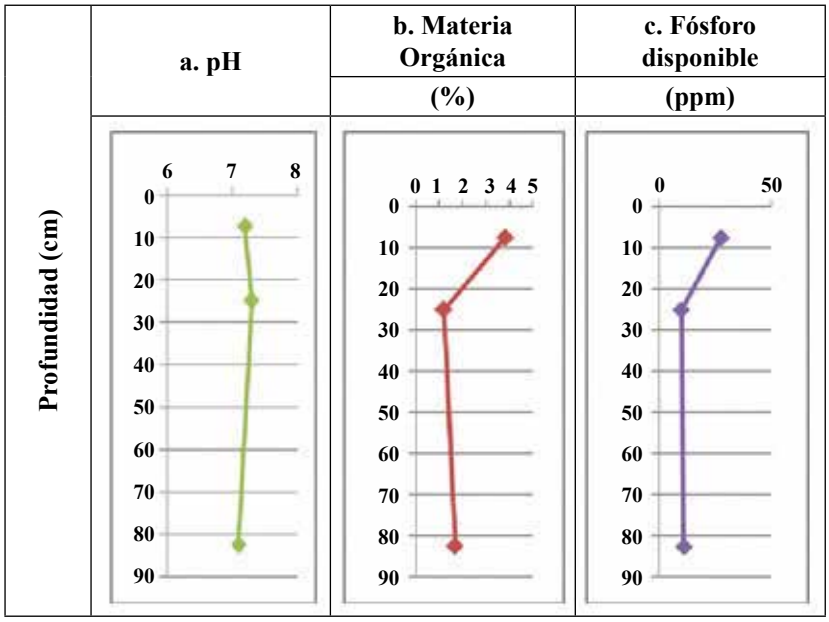


Figura 4.121 Caracteristicas químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 030607

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se observa en la figuara 4.120, los suelos presentan un perfil de baja evolución, de tipo A-C; en donde se observa que el horizonte A es delgado y de color pardo obscuro a pardo, textura franco arcillo arenosa, estructura en gránulos finos, débiles, y consistencia en húmedo muy friable. El segundo y tercer horizonte presentan colores pardo amarillento oscuro a pardo grisáceo oscuro, textura arcillo arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia en húmedo friable y firme respectivamente. Como se observa en el Cuadro 4.123 la porosidad total es baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja en todos los horizontes.

Según los resultados presentados en el Cuadro 4.124 y Figura 4.121, la reacción del suelo es neutra; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio catiónico es alta en todo el perfil del suelo, el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y bajo en los últimos dos; la saturación de bases es alta en todo el perfil.

Con respecto a los cationes, el Calcio, el Magnesio y el Potasio presentan altos valores. El Fósforo disponible es alto en el primer horizonte y medio en los dos últimos. Con respecto a los elementos menores, el Cobre y el Hierro presentan altos valores, el Zinc y Manganeso, valores medios. La fertilidad química de los suelos es alta.

En estos suelos los minerales presentes en la fracción arena están dominados por los feldespatos. El vidrio volcánico y los ferromagnesianos siguen en importancia con contenidos bajos de minerales como

hematita, magnetita, cuarzo, biotita y circón, se encuentran en cantidades muy bajas; en la fracción arcilla dominan los materiales no cristalinos (amorfos). Haloisita es común y esta vinculada en su evolución con ellos (Cuadro 4.125). Tanto la mineralogía de las arenas como de las arcillas confirman la baja evolución de estos suelos como su origen volcánico.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Los suelos son de baja evolución genética, superficiales, con alta saturación de bases y capacidad de intercambio catiónico, régimen ústico, por lo que presentan déficit de humedad por más de 90 días acumulativos en el año, con texturas medias sobre finas. La temperatura edáfica es isotérmica (temperaturas anuales entre 15 a 22 °C).

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve, ya que se ubican en ladera de cañones y cañadas, por lo que sus pendientes son pronunciadas, erosión severa y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Se ubican en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) tiene vocación forestal (manejo del bosque natural y plantaciones forestales). Es necesario mantener la cobertura vegetal al suelo como una medida de protección al impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía. El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben mantener el sotobosque para evitar la erosión y deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel. Incluso se recomienda realizar terrazas individuales por planta. En ambas fases es necesario realizar un plan anual de control de incendios forestales.

En el establecimiento de las plantaciones forestales es necesario aplicarle Nitrógeno y Fósforo en los primeros estadios de las plantas.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ASDf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pes y grupo de manejo VII pes-1, por lo que son tierras de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2.5 Consociación San Lorenzo (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica; perfil modal 030306; símbolo ANA



Los suelos de esta unidad se encuentran localizados en inmediaciones de la Aldea San Lorenzo El Tejar, en el municipio de Pastores del departamento de Sacatepéquez; abarca una extensión de 75 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrio subhúmedo” (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0°C y un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.2 °C, precipitación media anual de 839 mm y una altitud media de 1,678 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus*

spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). Como se observa en la Figura 4.122, el uso dominante de la tierra es agricultura.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.5	00		
Bw Franco arenosa Pardo amarillento pH 6.9	25		
C Franco arcillo arenosa Pardo amarillento oscuro pH 6.9	75		
	125x		

Figura 4.122 Perfil modal del Typic Haplustolls (030306) en paisaje de altiplano hidro-volcánico (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico, en un tipo de relieve de lomas.

La unidad cartográfica representada por un suelo modal Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica (PM 030306) en un 90%, el 10% restante está ocupado por suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación San Lorenzo, presenta la siguiente fase:

- **ANAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (75 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030306

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030306:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación San Lorenzo
Símbolo		ANA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Pastores
	Aldea	Colonia Valle del Paraíso
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 468298
		Latitud (Y): 1614395
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8562
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,763 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente escarpado
	Rango de la pendiente	25-50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	800 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	16.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Lento a medio
	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 superficial
	Profundidad	75 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol, espárragos
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de material compactado



Vegetación natural	Ilamo, encino
Describió	Cesar David García Sic
Fecha de descripción	18-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
25 – 75 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); 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, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; 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 6.9, reacción neutra; límite difuso.
75 – 125x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y pruebas de infiltración

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030306

Cuadro 4.126 Resultados de los análisis físicos del perfil 030306

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
0-25	0.97	1.3	89.38	15.12				4.57	21.09	4.29	25.38
25-75	1.16	1.29	73.38	21.05				11.36	7.19	2.89	10.08

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	10.55
25-75	9.69

Cuadro 4.127 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030306

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	70.16	16.26	13.58	FA	FA	10.00	6.5	1.60	3.04				3.47		
25-75	58.24	26.46	15.30	FA	FAr	5.00	6.9	0.96	1.83				0.76	7.25	Alta
75-120	55.98	20.33	23.69	FArA	ArL	5.00	6.9	0.35	0.67				1.00		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	12.50	10.30	2.20	10.30	5.90	1.65	0.72	2.03		47.17	13.22	5.73	16.25	
25-75	16.50	12.80	3.70	12.80	6.84	2.62	0.69	2.64		41.45	15.90	4.19	16.02	
75-120	24.00	17.86	6.14	17.86	9.15	4.09	1.14	3.48		38.13	17.05	4.74	14.49	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	82.37	2.36	0.82	29.20	1.50				
25-75	77.56	3.22	0.40	18.40	5.20				
75-120	74.42	3.02	0.28	10.70	1.90				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^++Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

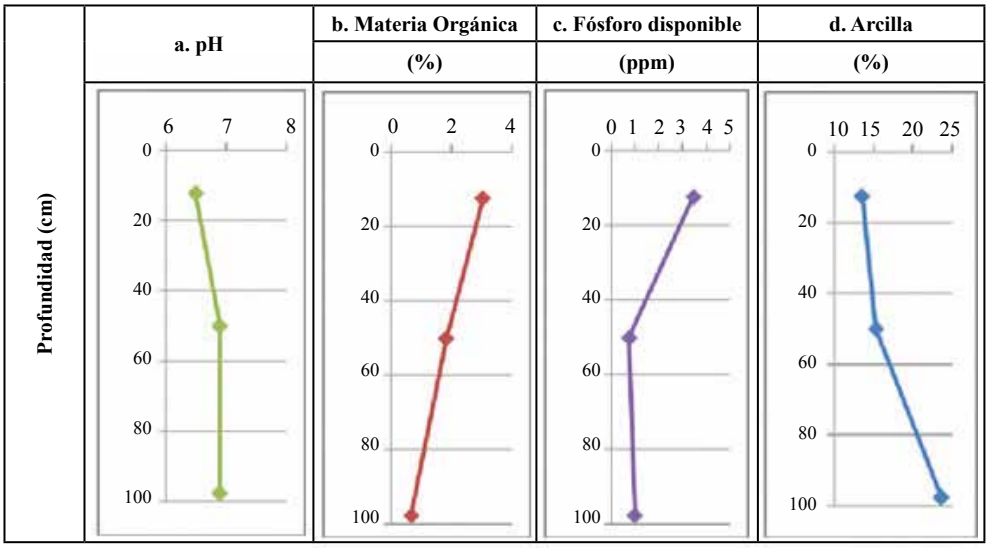


Figura 4.123 Caracteristicas químicas y fisicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 030306

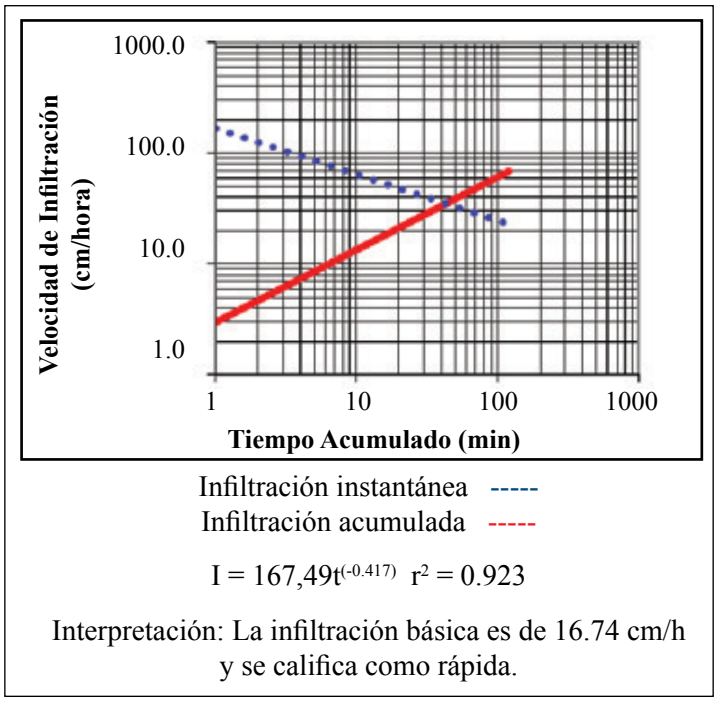


Figura 4.124 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "rápida" correspondiente a las pruebas realizadas en la consociación San Lorenzo. PM 030306

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se observa en la Figura 4.122, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado de tipo A-B-C, donde se observa que el horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares finos, medios y gruesos, moderados, de consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte presenta color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, finos, medios, moderados y una consistencia en húmedo friable. El tercer horizonte presenta color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme. De acuerdo con lo que se observa en los resultados del Cuadro 4.126, la porosidad total es baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo.

De acuerdo con el Cuadro 4.127 la reacción del suelo es neutra (Figura 4.123); la capacidad de intercambio catiónico es media en los dos primeros horizontes y alta en el último, el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y baja en los últimos dos horizontes; la saturación de bases es alta en todo el perfil.

Con respecto a los cationes, el Potasio presenta valores altos en todo el perfil, el Calcio en el primer horizonte presenta valores medio y en los últimos dos presenta valores altos, el Magnesio presenta valores medios en los dos primeros horizontes y bajos en el último. El Fósforo disponible es bajo en todos los horizontes. Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos en el primer horizonte y medios en los demás, el Cobre presenta valores medios, el Manganeso presenta valores bajos en el primer horizonte y medios en el segundo, el Zinc presenta valores bajos. La fertilidad química de los suelos es alta.

Las pruebas de infiltración realizadas dentro de la unidad cartográfica, mostradas en la Figura 4.124, presentaron una lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos moderadamente superficiales, con horizonte superficial grueso y oscuro, mediana materia orgánica, alta saturación de bases; de media a alta capacidad de intercambio de cationes en todo el perfil, texturas medias, presentan régimen de humedad ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos, temperatura edáfica isotérmica (temperaturas anuales entre 15 a 22 °C).

Sus limitantes principales son: pendientes ligeramente escarpadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante la época lluviosa.

La fase de estas tierras con pendientes ligeramente escarpadas (25 a 50%), tiene vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que es apta para implementar las plantaciones agroforestales de cultivos permanentes y el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos permanentes se recomiendan fuertes medidas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: terrazas individuales para los árboles, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento de barreras vivas, muertas y la construcción de acequias de ladera. Estos suelos no pueden mecanizarse y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia por la erosión hídrica que se provoca, por lo que es necesario mantener la cobertura vegetal en forma permanente. Asimismo, debe evitarse la erosión eólica estableciendo barreras contravientos.



Respecto a su fertilización, los suelos necesitan un aporte constante de materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas y químicas independientemente de la fertilización química. Se recomienda la incorporación constante de materia orgánica a través de la siembra e incorporación de restos vegetales, abonos verdes, restos de cosechas y abono orgánico en sí. Respecto a la fertilización química, debe incorporarse Nitrógeno y Fósforo. Es necesario aplicar micronutrientes y esto estará en función del rendimiento económico del cultivo establecido, para ello es necesario aplicar Zinc y Manganeso. Las dosis deberán establecerse por medio de análisis de suelos realizados en las fincas. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas moderadamente gruesas debe aplicarse bajos volúmenes de agua y en forma frecuente.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, incluyendo pastos mejorados y con una adecuada carga animal por hectárea para evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ANAe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3. Son tierras de áptas para sistemas agroforestales y sistemas silvopastoriles.

Para conocer los cultivos que se adaptan a la fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2.6 Consociación El Tejar (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia francosa fina, mezclada, activa, isotérmica; perfil modal 041602; símbolo ANB

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de la granja San Miguel, Residenciales Vista los Volcanes, del municipio de Pastores; poblados Bosques del Tejar, Los Camotales y San Miguel Morazán del municipio de Sumpango. La consociación tiene una extensión total de 730 hectáreas, esta unidad fue descrita en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango, por lo que puede verse los detalles en el estudio MAGA-IGAC, 2010.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrio subhúmedo" (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0°C y un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.6 °C, precipitación media anual de 971 mm y una altitud media de 1,766 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Como se observa en la Figura 4.125, el uso predominante de la tierra es el agrícola.



Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre un material parental de piroclastos no consolidados (ceniza y pómez); sobre pendientes ligeramente planas (0-3%) a ligeramente inclinadas (3-7%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y en un tipo de relieve de terraza. Una vista panorámica y del perfil se muestra en la Figura 4.125.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franca Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.0	00		
A2 Franca Gris muy oscuro pH 6.2	16		
Bw1 Franca Pardo amarillento oscuro pH 6.5	38		
Bw2 arcillo limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.7	100		
	120x		

Figura 4.125 Perfil modal del Typic Haplustolls (041602) en paisaje de altiplano hidro-volcánico (Fotos: H. Corzo, 2007)

La consociación está compuesta por el suelo Typic Haplustolls, familia francosa fina, mezclada, activa, isotérmica (PM 041602) en un 80% del total del área. El 20% restante del área es una inclusión de otro tipo de suelo: Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PI 030407). Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases y media capacidad de intercambio de cationes, reacción moderada a ligeramente ácida, fertilidad química media, erosión ligera, déficit de humedad en época seca y baja retención de humedad. (Ver detalles en el Anexo B).

La Consociación El Tejar, presenta las siguientes fases:

- **ANBa1:** fase por pendientes ligeramente planas (0- 3%), erosión ligera (541 ha).
- **ANBb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (189 ha).

A). Descripción del perfil modal No 041602

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041602 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el perfil del suelo corresponden a esa ubicación; sin embargo, debido a que el polígono de suelos continúa en el departamento de Sacatepéquez, se aplican los resultados obtenidos.



Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Tejar
Símbolo		ANB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia francosa fina, mezclada, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	El Tejar
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Terreno de César Carrillo, camino a las granjas
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 468582
		Latitud (Y): 1620171
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7,078
	Línea de vuelo No.	221
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,762 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente plano
	Rango de la pendiente	0 – 3 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrio subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,149 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 ºC
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No se encuentra
	Clase	-
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
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca



Vegetación natural	No hay
Describió	Hugo René Corzo Santiago
Fecha de descripción	27-06-2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 16 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura franca, estructura en bloques angulares, finos, medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica, pocos poros, finos y medios, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces finas y medias, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
16 -38 cm A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura franca; estructura en bloques angulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medios, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
38 -100 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura franca; estructura en bloques angulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros, finos y medios, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
100 – 120x cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4) con moteados pardo oscuro amarillento (10YR4/6), pocos (1%); textura arcillo limosa; estructura en bloques angulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros, finos y medios, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2, pH 6.7, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos, químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041602:

Cuadro 4.128 Resultados de los análisis físicos del perfil 041602

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 – 16	1.13	2.38	35.03	32.66				13.76	3.55	48.97	52.52
16 – 38	1.22	2.30	32.03	31.25				15.33	1.14	45.86	47.00
38 – 100	1.21	2.39	30.21	28.00				13.85	3.60	45.63	49.23

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 16	18.90
16 – 38	15.92
38 – 100	14.15

Cuadro 4.129 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 041602

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Frag. Gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0 – 16	54.41	28.36	17.23	F		6.0	0.90	1.71				6.42	6.60	Media
16 – 38	48.51	30.14	21.35	F		6.2	0.48	0.91				ND		
38 – 100	47.88	32.35	19.07	F		6.5	0.30	0.57				3.79		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 16	13.02	14.29		14.29	12.59	1.38	0.22	0.10		96.73	10.58	1.66	0.80	
16 – 38	16.98	16.25	0.73	16.25	14.08	1.93	0.14	0.10		82.91	11.39	0.81	0.59	
38 – 100	14.15	13.18	0.97	13.18	9.61	3.08	0.27	0.22		67.91	21.80	1.90	1.55	
100 – 120	12.45	13.10		13.10	9.21	3.25	0.47	0.18		73.97	26.10	3.74	1.42	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención Fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0 – 16	SAT	2.80	1.55	64.50	24.55	15.10
16 – 38	95.69	3.65	1.30	57.00	35.75	15.30
38 – 100	93.16	3.80	0.95	62.50	15.05	13.60
100 – 120	SAT					

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.130 Resultados del análisis mineralógico del perfil 041602

Minerales presentes en la fracción arcilla	Profundidad (cm)	
	16 – 38	38 – 100
Material no cristalino	++++	++++
Feldespatos	+	+
Cristobalita	-	-
Haloisita	-	Tr
Intergrados 2:1-2:2	-	-
Metahaloisita	+	+
Minerales presentes en la fracción arena	**Profundidad (cm)**	
	16 - 38	**38 – 100**
Feldespatos	52%	52%
Biotita	-	Tr
Vidrio volcánico	6%	11%
Hornblenda	5%	7%
Magnetita	10%	2%
Hiperstena	12%	9%
Fragmentos de Toba	1%	Tr
Hematita	3%	6%
Diópsido	6%	5%
Lamprobolita	Tr	3%
Granos Alterados	1%	2%
Circón	Tr	Tr
Fragmentos Líticos	3%	1%
Cuarzo	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	?

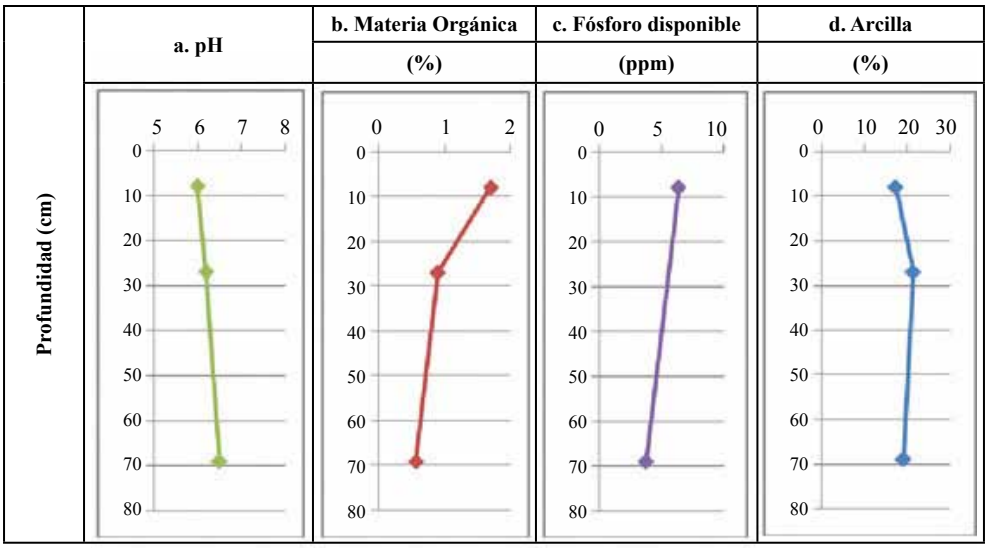


Figura 4.126 Caracteristicas químicas y fisicas en función de la profundidad: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 041602

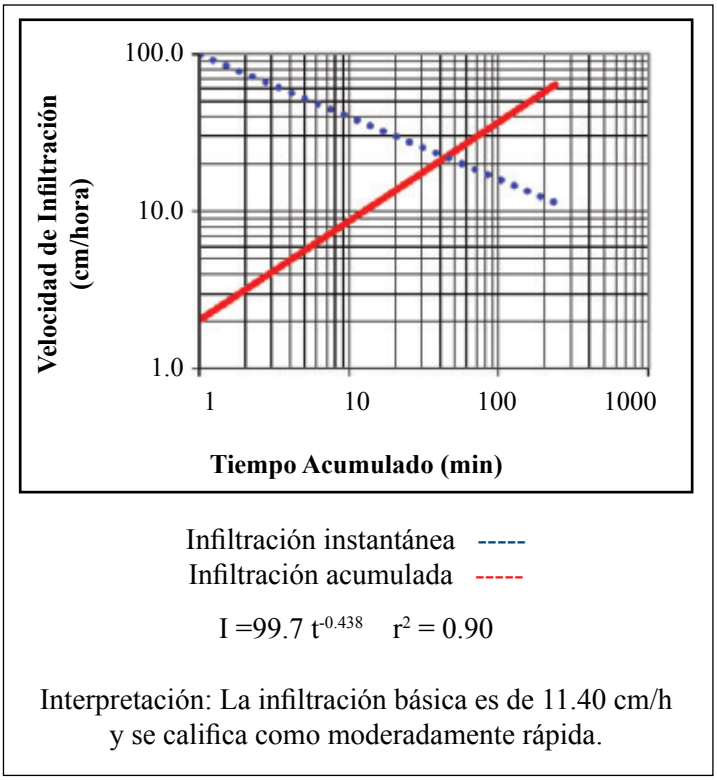


Figura 4.127 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderadamente rápida" correspondiente a las pruebas realizadas para los suelos de la Consociación El Tejar; PM 041602

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

El suelo presenta un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-B (Figura 4.125); donde el horizonte A fue dividido en Ap y A, de color pardo grisáceo muy oscuro a gris muy oscuro de textura franca, estructura en bloques angulares finos, medios, débiles y moderados, consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un Bw (cámbico), que se divide en Bw1 y Bw2 de color pardo amarillento oscuro, textura franca a arcillo limosa, estructura en bloques angulares finos, medios y moderados, consistencia en húmedo friable. Como se observa en los resultados del Cuadro 4.128, la porosidad total es alta, domina la microporosidad sobre la macroporosidad y la humedad aprovechable es baja.

De acuerdo con los datos consignados en el Cuadro 4.129 y la Figura 4.126, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida en el horizonte Ap a ligeramente ácida en A2 y Bw; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es media en todo el perfil; la saturación de bases es alta.

Respecto a los cationes, el Calcio presenta valores altos, el Magnesio y Potasio, valores medios. El contenido de Fósforo disponible es bajo y baja la retención fosfórica. Respecto a elementos menores, el Hierro y Manganeso presentan altos valores, el Cobre valores medios y el Zinc valores bajos. La fertilidad química del suelo es media.

La fracción arcilla de estos suelos esta dominada por materiales amorfos, en la fracción arena dominan los feldespatos, siguiendo en importancia los piroxenos y los anfíboles. El vidrio volcánico se presenta en cantidades relativamente altas al igual que los minerales de hierro (hematita y magnetita), el cuarzo es muy escaso. El origen volcanico del suelo es evidente (Cuadro 4.130).

La Figura 4.127, muestra que la infiltración es de tipo moderadamente rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales derivados de materiales piroclásticos no consolidados, moderadamente evolucionados, con horizonte superficial oscuro y grueso, bajo contenido de materia orgánica. Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, presentan un período seco por más de 90 días acumulativos durante el año y temperatura del suelo isotérmica (temperaturas anuales entre 15 y 22 °C) y fertilidad media.

Sus limitantes principales son: pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Las fases de estos suelos de pendientes ligeramente planas (0-3%) y ligeramente inclinadas (3-7%) son de vocación agrícola para cultivos intensivos y ganadería intensiva.



Es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica, donde se puede incluir la siembra de cultivos en contorno, barreras vivas y muertas. Se deben implementar prácticas agrícolas muy livianas que no destruyan la estructura del horizonte A; es importante variar la profundidad cada vez que se laboree, con el fin de evitar la formación de un "piso de arado" (horizonte subsuperficial endurecido que limita la penetración del agua en el perfil y disminuye la aireación para las raíces de los cultivos), esto, además, reduce la erosión. Asímismo, se recomienda establecer cortinas rompe vientos. Otra técnica recomendable es la incorporación de materia orgánica mediante la aplicación de abonos orgánicos y la incorporación al suelo de los restos de cosecha.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar nutrientes ricos en Nitrógeno, Potasio y Fósforo. Respecto a los elementos menores se debería aplicar Cobre y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales. Estos suelos necesitan riego en la época seca, debido a sus texturas medias y a la infiltración que es moderadamente rápida (Figura 4.127), es necesario aplicar altos volúmenes de agua en forma espaciada en el tiempo, por medio del sistema de aspersión o por goteo.

Respecto a la ganadería intensiva, las actividades recomendadas incluyen la siembra de pastos mejorados, el trazo de potreros adecuados a la ganadería; la implementación de una adecuada carga animal por hectárea; la utilización de razas genéticamente mejoradas, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ANBa1 pertenece a la clase II, subclase II ec y grupo de manejo II ec-1, apta para cultivos intensivos y ganadería intensiva. La fase ANBb1 pertenece a la clase II, subclase II pes y grupo de manejo II pes-1. Son tierras de vocación agrícola para cultivos intensivos y ganadería intensiva.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2.7 Consociación Parramos (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica; perfil modal 040101; símbolo ANC

Los suelos de la unidad se localizan a inmediaciones del caserío Nuevo San Luis del municipio de Pastores. Posee una extensión total de 153 hectáreas. Esta unidad fue descrita en el levantamiento de suelos del departamento de Chimaltenango, por lo que puede verse los detalles en el estudio MAGA-IGAC, 2010.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrio subhúmedo” (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0°C y un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 15.0 °C , precipitación media anual de 842 mm y una altitud media de 1,749 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otras. Como se observa en la Figura 4.128 el principal uso de la tierra es el agrícola.

Los suelos de la consociación se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) en pendientes ligeramente planas (0-3%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y en un tipo de relieve de terrazas. Una vista panorámica y del perfil se muestra en la Figura 4.128.

La consociación está compuesta en un 70% del área por el suelo Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica (PM 040101).

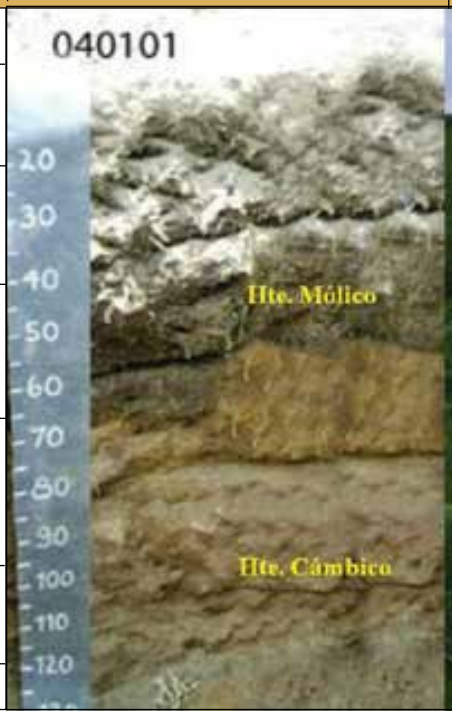
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franca Grisáceo muy oscuro pH 6.3	00		
A2 Franca Pardo oscuro pH 6.1	21		
A3 Franca Pardo amarillento oscuro pH 6.7	47		
Bw1 Franco limosa Pardo amarillento oscuro pH 7.0	64		
Bw2 Arcillo limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.9	103		
	140x		

Figura 4.128 Perfil modal del Typic Haplustolls (040101) en paisaje de altiplano hidro-volcánico (Fotos: A. Domínguez 2007)

Las inclusiones de esta unidad son: suelos Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica (PI 041401) en un 10%, se caracterizan por ser profundos, bien drenados, texturas gruesas y fertilidad química alta, erosión hídrica de grado ligero, son suelos productivos, donde se tiene un uso agroforestal. Los suelos Andic Haplustepts, familia ceniza, isotérmica (PI 041306) en un 10%, se caracterizan por ser profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas y fertilidad química alta, no presenta erosión, son suelos productivos, donde su uso es de agricultura y ganadería. Typic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica (PI 041301) en un 10%, se caracterizan por ser profundos, bien drenados, texturas gruesas y fertilidad química alta, no presentan erosión, son suelos productivos, con uso agroforestal (ver más detalles del perfil en el Anexo B).

La Consociación Parramos presenta la siguiente fase:

- **ANCa1:** fase por pendientes ligeramente planas (0-3%), erosión ligera (153 ha).

A). Descripción del perfil modal No 040101

A continuación se presenta la descripción de características externas e internas del PM 040101 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el perfil del suelo corresponden a esa ubicación; sin embargo, debido a que el polígono de suelos continúa en el departamento de Sacatepéquez, se aplican los resultados obtenidos.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Parramos
Símbolo		ANC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Chimaltenango
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Anexo estación ICTA
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 467747
		Latitud (Y): 1618549
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,520
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,764 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente plano
	Rango de la pendiente	0-3 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,047 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 ºC.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Lento
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	140 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Pitahaya, frijol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No se encuentra



Describió	Alexei Enrique Domínguez Villatoro
Fecha de descripción	21-06-2007

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 21cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura franca; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, muy finos y finos, vesiculares, continuos; muchas raíces, muy finas y finas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
21 – 47 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, vesiculares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
47 – 64 cm A3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4), con moteados pardo amarillento oscuro (10YR4/4), muchos (21%); textura franca; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medios, vesiculares, continuos; muchas raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
64 – 103 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4), con moteados pardo oscuro (10YR3/3), frecuentes (3%); textura franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medios, vesiculares, continuos; frecuentes raíces, medias, muertas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
103 – 140x cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6) y pardo oscuro (10YR3/3), frecuentes (3%); textura arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, medios, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, gruesos, vesiculares, continuos; pocas raíces, gruesas, muertas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos, reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil

Cuadro 4.131 Resultados de los análisis físicos del perfil 040101

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	1.05	2.47	17.94	17.85				9.05	0.29	57.35	57.64
21 – 47	1.03	2.47	18.20	17.51				8.54	2.22	56.24	58.45
47 – 64	1.02	2.49	20.00	19.43				10.00	1.68	57.11	58.79

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 21	8.80
21 – 47	8.97
47 – 64	9.43



Cuadro 4.132 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 040101

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		1:1	%	%	%	**	%	Ppm	Valor	Calific.
0 – 21	43.37	40.35	16.28	F	6.3	1.38	2.62				159.15		
21 – 47	46.85	39.44	13.71	F	6.1	0.78	1.48				44.96		
47 – 64	48.51	36.85	14.64	F	6.7	0.60	1.14				12.77	6.18	Media
64 – 103	20.36	54.18	25.46	FL	7.0	0.30	0.57				3.59		
103 – 140	12.44	47.41	40.15	ArL	6.9	0.06	0.11				0.53		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0 – 21	13.02	16.06		16.06	14.41	0.74	0.85	0.05		110.73	5.69	6.56	0.37	
21 – 47	9.62	8.89	0.73	8.89	7.45	0.51	0.87	0.05		77.43	5.34	9.08	0.53	
47 – 64	9.06	13.11		13.11	11.24	0.90	0.88	0.08		124.17	9.99	9.72	0.92	
64 – 103	16.98	17.25		17.25	14.63	2.20	0.32	0.11		86.14	12.96	1.86	0.62	
103 – 140	22.07	20.58	1.49	20.58	16.37	3.48	0.54	0.20		74.18	15.75	2.44	0.89	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 21	SAT	1.15	11.10	14.50	23.00
21 – 47	92.39	2.85	15.60	30.00	12.00
47 – 64	SAT	3.80	1.05	39.00	9.20
64 – 103	SAT				
103 – 140	93.25				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

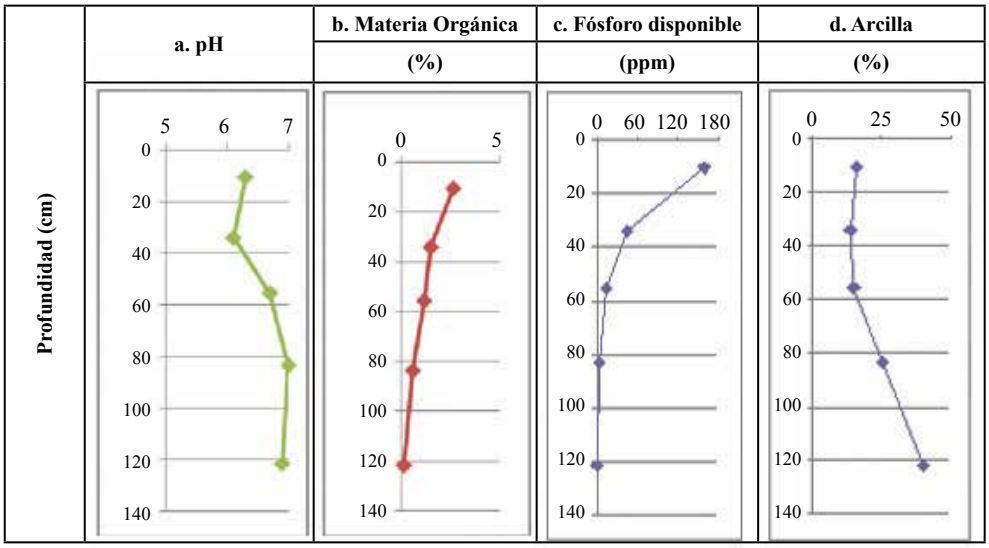
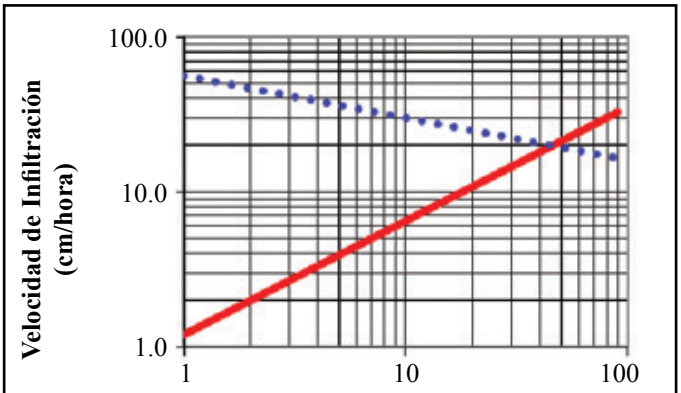


Figura 4.129 Caracateristicas químicas y fisicas según la profundidad: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 040101



Infiltración instantánea -----
Infiltración acumulada -----

$I = 56.62\ t^{-0.274}$ $r^2 = 0.927$

Interpretación: La infiltración básica es de 13.98 cm/h y se califica como rápida.

Figura 4.130 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "rápida" correspondiente a las pruebas realizadas para los suelos de la Consociación Parramos. Perfil inclusión 041301

C). Interpretación de resultados de laboratorio

El suelo presenta un perfil moderadamente evolucionado del tipo A – B (Figura 4.128); donde el horizonte A fue dividido en Ap, A2 y A3, de color pardo amarillento oscuro a grisáceo muy oscuro de textura franca, estructura en bloques subangulares muy finos, finos, débiles y moderados; consistencia en húmedo, friable. El segundo horizonte es un Bw (cámbico) que se divide en Bw1 y Bw2 de color pardo amarillento oscuro, textura franco limosa a arcillo limosa, estructura en bloques subangulares finos, medios y moderados, consistencia en húmedo firme. Como se observa en el Cuadro 4.131, la porosidad total es alta, domina la microporosidad sobre la macroporosidad en todos los horizontes; la humedad aprovechable es baja.

Como se muestra en el Cuadro 4.132 y Figura 4.129, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida en el horizonte A a neutra en el horizonte B; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes varía de media a baja; el contenido de materia orgánica es bajo en todo el perfil, la saturación de bases es alta.

Con respecto a los elementos mayores, el Calcio y el Potasio presenta valores altos; el Magnesio presenta valores bajos. El contenido de Fósforo disponible es alto en los dos primeros horizontes y se reduce a profundidad. Respecto a los micronutrientes, el Zinc y Manganeso presentan altos valores, el Hierro presenta valores bajos en el primer horizonte y alto en los demás; el Cobre presenta valores bajos en el primero y medio en los restantes. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen su fertilidad como media.

De acuerdo con la Figura 4.130, la infiltración se califica como rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales derivados de materiales piroclásticos, moderadamente evolucionados con horizontes superficiales oscuros y gruesos, con bajos contenidos de materia orgánica. Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, desarrollados en un clima con un período seco por más de tres meses acumulativos durante el año y temperatura anual edáfica isotérmica (de 15 a 22°C) y fertilidad media.

Sus limitantes principales son: erosión ligera y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. La fase de estos suelos de pendientes ligeramente planas (0-3%) es de vocación agrícola con aptitud para los cultivos intensivos y la ganadería intensiva.

Es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos que pueden incluir la siembra de cultivos en contorno y barreras vivas. Se deben implementar prácticas agrícolas muy livianas que no destruyan la estructura del horizonte A y es importante variar la profundidad cada vez que se laboree con el fin de evitar la formación del llamado "piso de arado" que es una capa endurecida en los horizontes subsuperficiales y que dificulta la aireación y el movimiento del agua a través del perfil.

Para disminuir los efectos de la erosión eólica es necesario establecer cortinas rompe vientos y evitar que el suelo quede expuesto. Se recomienda la incorporación de materia orgánica, no quemar los restos de cosecha e incorporarlos a los horizontes superficiales

Con la finalidad de mejorar la fertilidad y las condiciones físico-químicas del suelo es necesaria la incorporación de materia orgánica mediante la aplicación de abonos orgánicos. Con respecto a la fertilización química se deberá agregar Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los elementos menores necesita la aplicación de Cobre. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales. Estos suelos necesitan riego en la época seca, y por el tipo de infiltración ya indicado (Figura 4.130) y las texturas medias, se hace conveniente aplicar riegos con altos volúmenes y espaciados en el tiempo, bien sea por aspersión o por goteo.

Respecto a la ganadería intensiva, las actividades recomendadas incluyen la siembra de pastos mejorados, el trazo de potreros adecuados a la ganadería; la implementación de una adecuada carga animal por hectárea; la utilización de razas genéticamente mejoradas y evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ANCa1 pertenece a la clase II, subclase II ec y grupo de manejo II ec-1. Son tierras de vocación agrícola con aptitud para los cultivos intensivos y la ganadería intensiva.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2.8 Consociación Casa Blanca (orden Inceptisol): Typic Humustepts, familia francosa gruesa, semiactiva, isotérmica; perfil modal 030310; símbolo AND

Los suelos de esta unidad se encuentran localizados en los alrededores del caserío Nuevo San Luis y Labor Norcafé del municipio de Pastores; posee una extensión de 43 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrio subhúmedo" (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0°C y un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual 15.0°C, la precipitación anual media es de 800 mm y una altitud media de 1,728 msnm. Se ubica dentro la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). Según la figura 4.131 la cobertura actual es bosque mixto.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), correspondiente al paisaje altiplano hidro-volcánico con tipo de relieve terraza y forma de terreno escarpe de terraza.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Typic Humustepts, familia francosa gruesa, semiactiva, isotérmica (PM030310), en un 90%, el 10% restante está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franca Pardo amarillento oscuro pH 6.3	00		
A2 Franco limosa Pardo amarillento oscuro pH 6.5	15		
C Franco arenosa Blanco pH 7.0	35		
	130x		

Figura 4.131 Escarpe en paisaje de altiplano hidro-volcánico, municipio de Pastores; Perfil modal 030310 (Fotos: D. Yoc, 2009)

La Consociación Casa Blanca, presenta la siguiente fase:

- **ANDf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (43 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030310

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030310

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Casa Blanca
Símbolo		AND
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Humustepts, familia francosa gruesa, semiactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Pastores
	Aldea	San Luis Pueblo Nuevo
	Caserío, sector, sitio, finca	A 400 mts. entrada San Luis por Parramos
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 468763
		Latitud (Y): 1615344
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8562
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Escarpe de terraza
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,750 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpada
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrio subhúmedo
	Precipitación promedio anual	800 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.1 °C
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
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	Contacto paralítico
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay



	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, presencia de contacto paralítico
Vegetación natural		Ciprés, pino, encino, palo hormigo, guachipilín
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		18-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 15 cm A	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franca; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuentes actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite difuso.	
15 – 35 cm A2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco limosa; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medios y gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas y muertas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro e irregular.	
35 – 130x cm C	Color en húmedo blanco (10YR8/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra.	

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030310

Cuadro 4.133 Resultados de los análisis físicos del perfil 030310

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	0.67	1.33	63.51	17.49				9.57	35.96	13.67	49.62
15-35	1.11	1.29	56.71	12.43				7.19	10.90	3.06	13.95
35-130	1.00	1.34	61.19	11.11				6.90	20.77	4.61	25.37

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-15	7.92
15-35	5.24
35-130	4.21



Cuadro 4.134 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030310

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*		ppm	Valor	Calific.
0-15	45.01	46.78	8.21	F	FA		6.3	1.69	3.22				7.77		
15-35	43.13	51.33	5.54	FL	FA		6.5	1.05	2.00				5.96	6.81	Alta
35-130	52.90	44.03	3.08	FA	AF		7.0	0.92	1.75				0.36		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-15	12.50	9.85	2.65	9.85	6.95	2.24	0.44	0.21		55.62	17.94	3.55	1.68	
15-35	10.50	7.46	3.04	7.46	4.76	2.01	0.46	0.23		45.33	19.11	4.37	2.24	
35-130	4.50	3.27	1.23	3.27	1.83	0.88	0.37	0.20		40.71	19.53	8.12	4.37	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-15	78.79	1.48	0.44	21.90	1.40	17			
15-35	71.05	3.42	0.22	20.60	3.10	10.7	0.15	0.55	
35-130	72.72	0.62	0.20	2.30	0.80	7.8			

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

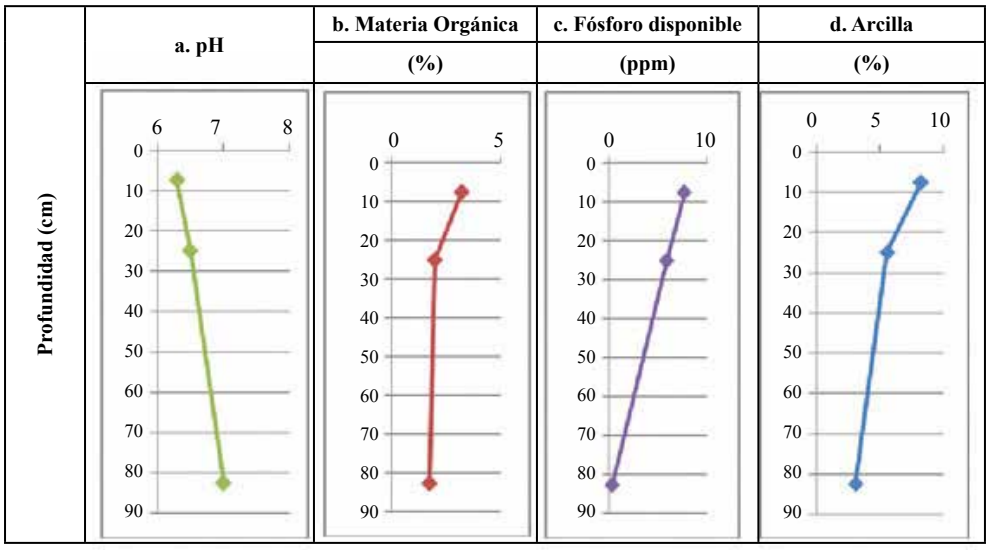


Figura. 4. 132 Características químicas y físicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 030310

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A-C, tal como se muestra en la Figura 4.131; donde se observa que el horizonte A se subdivide en A y A2, de color pardo amarillento oscuro, textura franca, estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo suelta. El segundo horizonte tiene un color pardo amarillento oscuro, textura franco limosa, estructura en gránulos, finos, débiles, consistencia en húmedo suelta. El tercer horizonte presenta un color blanco, textura franco arenosa, sin estructura masivo, consistencia en húmedo firme. Como se observa en el Cuadro 4.133 la porosidad total en el primer horizonte es alta y baja en los dos últimos horizontes, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, en todos los horizontes la humedad aprovechable es muy baja.

Como se ve en el Cuadro 4.134 y Figura 4.132, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes

es media en los dos primeros horizontes, y baja en el tercer y último horizonte, el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y bajo en los últimos dos horizontes. En cuanto a la saturación de bases es alta en todo el perfil.

Con respecto a los elementos mayores, el Potasio presenta altos valores; el Calcio presenta valores altos en el primer horizonte y se reduce en profundidad; el Magnesio presenta valores medios. El contenido de Fósforo disponible es bajo así como la retención fosfórica. Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores medios, el Cobre, el Zinc y el Manganeso presentan bajos valores en el perfil. Según los análisis químicos y las variables utilizadas la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales de baja evolución, superficiales, con incipiente desarrollo en sus horizontes tales como cambio de color y formación de estructura en sus horizontes subsuperficiales, alta saturación de bases y media a baja capacidad de intercambio catiónico, presentan déficit de agua por más de 90 días acumulativos del año, texturas medias gruesas, con temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las limitantes principales son: su posición en el relieve por encontrarse en escarpe de terraza por lo que la pendiente es moderadamente escarpada, erosión moderada y déficit de precipitaciones en un semestre del año. La fase de estos suelos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) tiene vocación forestal (plantaciones forestales y manejo de bosque natural).

El bosque debe ser manejado con un plan de manejo que debe incluir un plan de control anual de incendios forestales. En las áreas sin cobertura es necesario realizar plantaciones forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ANDf2, pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, son tierras con vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2.9 Grupo Indiferenciado Los Aposentos (ordenes Entisol y Molisol): Typic Ustorthents, familia francosa fina, semiactiva, no ácida, isotérmica; perfil modal 041604 y Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica; perfil modal 030311; símbolo ANE



Los suelos de esta unidad cartográfica se localizan en las siguientes localidades: finca Chuito, astillero municipal Tzanjuyú, balneario San Lorenzo, San Luis las Carretas, Los Planes, Colonia El Tizate del municipio de Pastores; paraje Los Camotales y labor Chisate del municipio de Sumpango. La consociación tiene una extensión de 761 hectáreas, esta unidad fue descrita en el levantamiento de suelos realizado en el departamento de Chimaltenango, ver el estudio en MAGA-IGAC, 2010.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrio subhúmedo” (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0°C y un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores:

temperatura media anual 15.3 °C, la precipitación anual media es de 891 mm y una altitud media de 1,695 msnm. Se ubican dentro la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*). Según la figura 4.133 la cobertura actual es bosque mixto (pino y encino).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre un material parental constituido por depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve de cañones y cañadas. Una vista del perfil y vista panorámica se muestra en la Figura 4.133.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arcillosa Pardo grisáceo oscuro pH 6.4	00		
AC Franco arcillo arenosa Pardo amarillento pH 6.5	25		
C1 Arcillo arenosa Pardo amarillento pH 6.5	52		
C2 Arcillo arenosa Amarillento pardusco pH 6.5	85 130x		

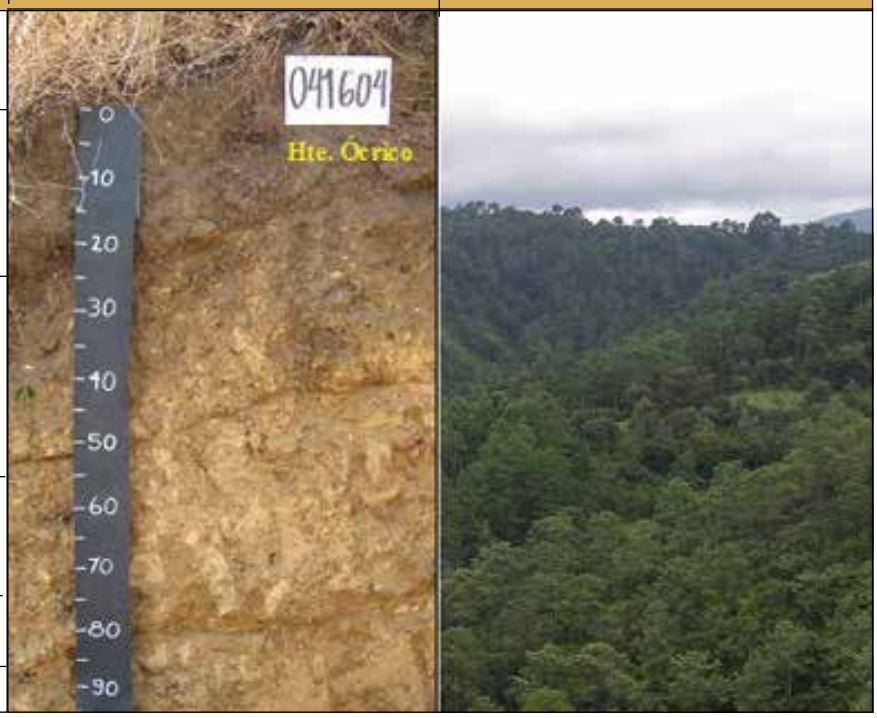


Figura 4.133 Perfil modal Typic Ustorthents (041604) en paisaje de altiplano hidro-volcánico (Fotos: W. González, 2009)

La unidad está compuesta por el suelo Typic Ustorthents, familia francosa fina, semiactiva, no ácida, isotérmica (PM 041604) en un 50%; el otro 50% está constituido por suelos Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica (PM 30311).

Los suelos Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica (PM 030311), son profundos, con drenaje excesivo, con texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, bajo contenido de materia orgánica en todo el perfil, reacción ligeramente ácido a neutra, fertilidad natural alta, pendientes fuertemente escarpadas, erosión severa.

Genéticamente presentan una secuencia de horizontes A – C , el horizonte Ap es de color gris muy oscuro, textura arenosa franca; poca gravilla (2%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente

pegajosa y no plástica; el horizonte A2 de color en húmedo es pardo grisáceo muy oscuro; con textura arenosa franca; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; el horizonte C1 es de color pardo amarillento oscuro; textura arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; el último horizonte es un C2 de color en húmedo pardo amarillento; textura arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica. El contenido de materia orgánica es bajo en todos los horizontes del perfil. Son suelos poco productivos. Información adicional se encuentra en el anexo B.

El Grupo Indiferenciado Los Aposentos, presenta la siguiente fase:

- **ANEf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (761 ha).

A). Descripción del perfil modal No 041604

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041604 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el perfil del suelo corresponden a esa ubicación; sin embargo, debido a que el polígono de suelos continúa en el departamento de Sacatepéquez, se aplican los resultados obtenidos.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo indiferenciado Los Aposentos
Símbolo		ANE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Ustorthents, familia francosa fina, semiactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Parramos
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	A 1 km. al norte de los invernaderos
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 467959
		Latitud (Y): 1617211
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,520
	Línea de vuelo No.	222
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,679 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente escarpado
	Rango de la pendiente	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrio subhúmedo
	Precipitación promedio anual	935 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo



Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	52 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca, material compactado
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		26-03-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura franco arcillosa; poca gravilla (5%); estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios y gruesos, irregulares; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro e irregular.
25 - 52 cm AC	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6) y pardo oscuro a pardo (5YR4/3), frecuentes (30%); textura franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros gruesos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl y al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual e irregular.
52 – 85 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8); textura arcillo arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, muy finos, regulares, discontinuos; pocas raíces, finas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl y al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
85 – 130x cm C2	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/8); textura arcillo arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, muy finos, discontinuos; pocas raíces, finas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl y al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 041604:



Cuadro 4.135Resultados de los análisis físicos del perfil 041604

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 – 25	1.06	1.36	72.51	34.39				30.79	11.60	10.46	22.06
25 – 52	1.06	1.49	SAT	39.66				36.01	17.45	11.41	28.86

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 25	3.60
25 – 52	3.65

Cuadro 4.136 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 041604

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0 – 25	43.16	24.40	32.44	FAr	5	6.4	0.35	0.67				5.83	7.68	Alta
25 – 52	50.10	22.68	27.22	FArA	30	6.5	1.60	3.04				4.42		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %			
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa
0 – 25	21.00	15.15	5.85	15.15	8.67	3.78	2.18	0.52		41.30	17.99	10.39	2.49
25 – 52	26.00	20.50	5.50	20.50	10.75	4.18	2.35	3.21		41.35	16.09	9.05	12.36

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 25	72.16	2.50	0.67	36.10	3.18
25 – 52	78.86	4.06	0.40	23.30	3.82

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

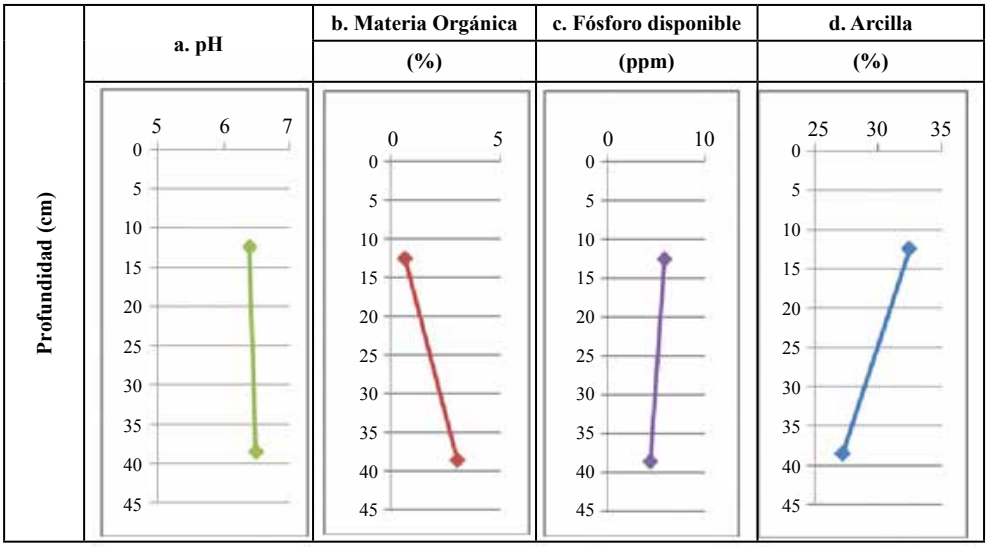


Figura. 4. 134 Características químicas y físicas dependiendo de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 041604

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

El suelo modal presenta un perfil poco evolucionado del tipo A-C (Figura 4.133); donde el horizonte A encontrado es un Ap, de color pardo grisáceo oscuro, textura franca arcillosa, poca presencia de gravilla (5%) estructura en bloques subangulares finos, medios y moderados y consistencia friable. El segundo horizonte es un AC, transicional, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa, frecuente presencia de gravilla (30%), sin estructura masiva, consistencia firme. El horizonte C se subdivide en C1 y C2, de textura arcillo arenosa, color pardo amarillento a amarillo pardusco, sin estructura, consistencia muy firme. Como se observa en el Cuadro 4.135, la porosidad total es baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad y la humedad aprovechable es baja.

De acuerdo con en el Cuadro 4.136 y la Figura 4.134, la reacción del suelo es ligeramente ácida en los horizontes A y AC; los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es alta; el contenido de materia orgánica es bajo en el horizonte A y medio en AC; la saturación de bases es alta.

Con respecto a los elementos mayores, el Calcio, el Magnesio y el Potasio presentan altos valores. El contenido de Fósforo disponible es bajo en el perfil. Respecto a los elementos menores, el Manganeso y el Hierro presentan altos valores; el Cobre presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los subsiguientes; el Zinc, presenta valores bajos. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen la fertilidad del suelo como alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales originados de material volcánico, de baja evolución, sin estructura ni cambios de color, erosionados y erosionables. Suelos moderadamente superficiales, excesivamente drenados, texturas moderadamente finas, fertilidad alta. Se ubican en un clima que posee un período seco por más de tres meses acumulativos durante el año. Con temperaturas anuales en el suelo isotérmicas (entre 15 y 22 °C).

Sus principales limitantes se deben a su posición en el relieve, ya que se ubican en ladera de cañones y cañadas, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Esta fase tiene vocación forestal (manejo del bosque natural y plantaciones forestales). Es necesario mantener la cobertura vegetal al suelo como una medida de protección al impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía. El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo. Las plantaciones forestales deben mantener el sotobosque para evitar la erosión y deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel. Incluso se recomienda realizar terrazas individuales por planta. Es necesario realizar un plan anual de control de incendios forestales.

En el establecimiento de las plantaciones forestales es necesario aplicarle Nitrógeno y Fósforo en las primeras etapas de la plantación.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ANEf2 pertenece a la clase VII, subclase VII pes y grupo de manejo VII pes-1, por lo que son tierras de vocación forestal.



Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.2.10 Consociación Río San Luis (orden Inceptisol): Vitrandic Humustepts, familia ceniza, amórfica, isotérmica; perfil modal 030309; símbolo ANF

Los suelos de esta unidad se encuentran localizados a inmediaciones de la aldea San Luis Pueblo Nuevo del municipio de Pastores, posee una extensión de 37 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrio subhúmedo" (Código N), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 a 17.0°C y un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual 15.0 °C, la precipitación anual media es de 800 mm y una altitud media de 1,713 msnm. Se ubica dentro la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*). Según la figura 4.135 la cobertura actual es agricultura de granos básicos.

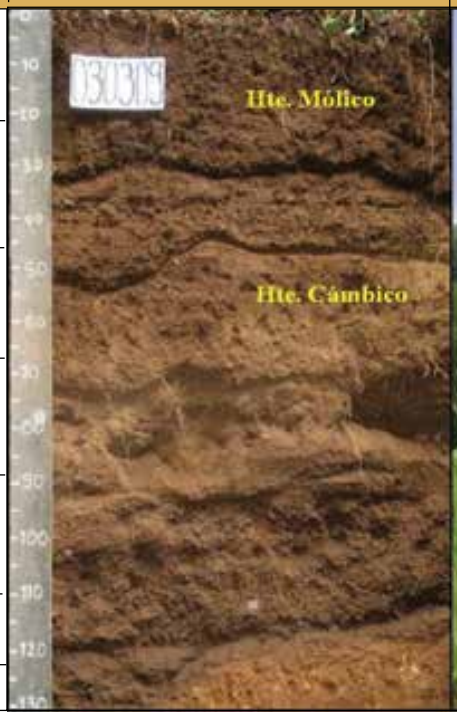
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo oscuro pH 7.4	00		
C1 Arena franca Pardo amarillento oscuro pH 7.3	30		
Bw Franco arcillosa Pardo oscuro pH 6.7	50		
2C2 Arenosa Pardo pH 6.9	70		
2C3 Arenosa Pardo amarillento pH 7.1	95		
3C4 Arcillosa Pardo amarillento pH 6.0	125		
	140x		

Figura.4.135 Perfil modal Vitrandic Humustepts (030309) en paisaje de altiplano hidro-volcánico (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico con tipo de relieve vallecito y forma de terreno plano aluvio-coluvial.

La unidad cartográfica representada por un suelo modal Vitrandic Humustepts, familia ceniza, amórfica, isotérmica (PM 030309), en un 90%, el 10% restante está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Río San Luis, presenta la siguiente fase:

- **ANFb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (37 ha).

A) Descripción del perfil modal No 030309

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030309:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Río San Luis
Símbolo		ANF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitrandic Humustepts, familia ceniza, amórfica, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Pastores
	Aldea	San Luis Pueblo Nuevo
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerca del cauce del río
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 468830
		Latitud (Y): 1615086
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8562
	Línea de vuelo No.	223
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Plano aluvio – coluvial
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales
Altitud		1,702 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente inclinada
	Rango de la pendiente	3-7%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío subhúmedo
	Precipitación promedio anual	800 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Lento a medio
	Natural	Bien drenado
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**	Profunda
	Profundidad	125 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Cesar David García Sic
Fecha de descripción		18-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franca; poca o no hay gravilla (2%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.4, reacción ligeramente alcalina; límite claro y ondulado.
30 – 50 cm. C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; 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 7.3, reacción neutra; límite claro y ondulado.
50 – 70 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca o no hay gravilla (2%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea estructura en gránulos, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
70 – 95 cm 2C2	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arenosa 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; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y ondulado.
95 – 125 cm 2C3	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arenosa 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; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra; límite claro y ondulado.
125 – 140x cm 3C4	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia húmedo suelta, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl ni al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos, químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030309

Cuadro 4.137 Resultados de los análisis físicos del perfil 030309

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
0-30	0.99	1.18	54.27	13.64				4.43	12.05	4.05	16.10
30-50	0.95	1.24	54.32	12.42				4.06	18.04	5.35	23.39
50-70	1.06	1.16	62.39	15.21				5.79	6.52	2.10	8.62

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-30	9.21
30-50	8.36
50-70	9.42

Cuadro 4.138 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030309

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	41.49	48.53	9.98	F	FA	2.00	7.4	1.44	2.74				12.68		
30-50	40.03	47.90	12.06	F	AF	20.00	7.3	0.56	1.06				8.46		
50-70	43.98	48.33	7.70	F	FAr	2.00	6.7	0.80	1.52				3.39	7.52	Alta
70-95	65.37	31.70	2.93	FA	A	20.00	6.9	0.79	1.51				1.00		
95-125	65.73	31.37	2.90	FA	A	20.00	7.1	0.94	1.78				1.00		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-30	10.00	14.52		14.52	7.86	2.70	1.76	2.20		78.56	27.02	17.64	21.98	
30-50	18.50	10.55	7.95	10.55	5.65	1.84	2.89	0.17		30.53	9.92	15.62	0.94	
50-70	18.50	12.66	5.84	12.66	6.66	2.24	3.40	0.36		35.98	12.12	18.40	1.95	
70-95	14.00	4.77	9.23	4.77	2.79	1.38	0.36	0.25		19.89	9.84	2.57	1.80	
95-125	8.50	4.00	4.50	4.00	1.91	1.02	0.40	0.67		22.42	12.03	4.67	7.94	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-30	SAT	1.40	0.82	17.80	1.10	59.9			
30-50	57.01	2.40	1.18	27.90	1.20	13.5	0.27	0.97	
50-70	68.45	2.24	0.92	27.00	1.70	16			
70-95	34.10	1.22	0.56	15.40	0.70				
95-125	47.07	0.92	0.44	10.80	0.40				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+A^{l+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.139 Resultados del análisis mineralógico del perfil 030309

Minerales presentes en la fracción arena	Profundidad (cm)			
	00-30	30-50	50-70	70-95
Feldespato	54%	67%	67%	70%
Vidrio volcánico	2%	7%	9%	2%
Hornblenda	3%	3%	3%	Tr
Hiperstena	5%	3%	5%	5%
Diópsido	10%	8%	5%	14%
Magnetita	7%	4%	1%	6%
Hematita	9%	2%	3%	1%
Fragmento de toba	4%	4%	5%	1%
Granos alterados	4%	2%	1%	1%
Biotita	_	tr	tr	_
Lamprobolita	2%	tr	tr	Tr
Fitolitos	_	tr	_	_
Rutilo	tr	tr	1%	
Cuarzo	tr	tr	tr	Tr
Minerales presentes en la fracción arcilla	**Profundidad (cm)**			
	00-30	**30-50**	**50-70**	**70-95**
Material no cristalino	++++	++++	++++	++++
Feldespatos	+	++	+	+
Metahaloisita	+	++	+	+
Haloisita	_	_	_	+

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	?

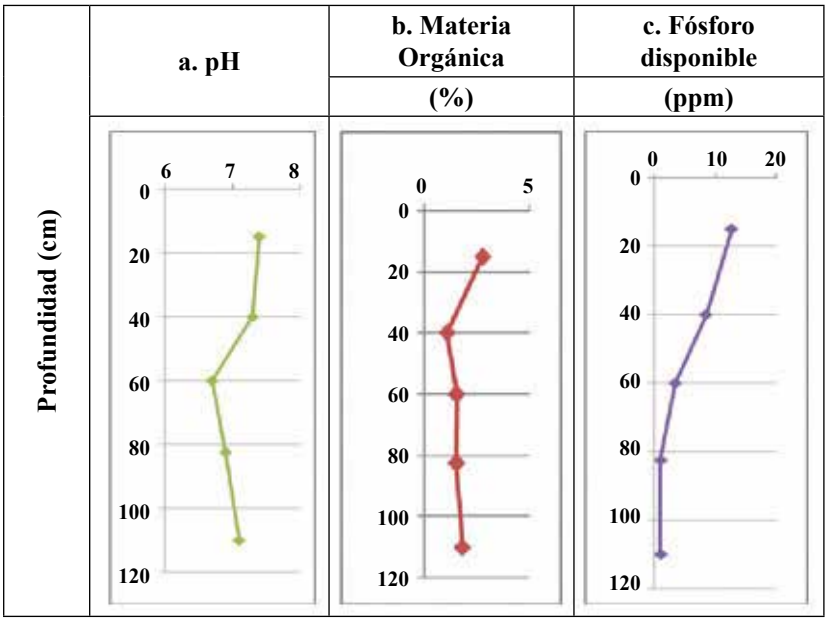


Figura. 4. 136 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible PM 030309

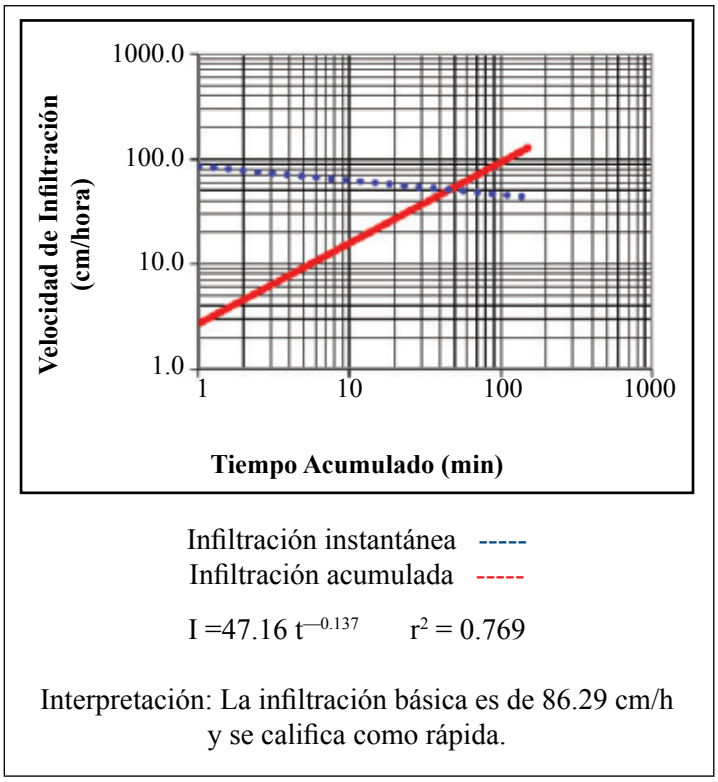


Figura 4.137 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "rápida" correspondiente a las pruebas realizadas para la Consociación Río San Luis; perfil modal 030309

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Según la Figura 4.135 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado de tipo A-C-B-C; donde se observa que el horizonte Ap tiene un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en gránulos, finos, débiles, de consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte posee un color pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta. El tercer horizonte tiene un color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, estructura en gránulos finos, medios, moderados, consistencia en húmedo friable. En cuarto horizonte posee un color pardo, textura arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta. El quinto horizonte presenta un color pardo amarillento, textura arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia en húmedo suelta, el último horizonte tiene un color pardo amarillento, textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia en húmedo suelta. Como se observa en el Cuadro 4.137, la porosidad total es baja en todo el perfil, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.138 y la Figura 4.136, la reacción del suelo varía de ligeramente alcalina a neutra; la capacidad de intercambio de cationes es baja en el primer horizonte, media en el resto a excepción del último horizonte presente, el contenido de materia orgánica es bajo en todo el perfil del suelo. La saturación de bases es alta en los primeros tres horizontes, baja en el penúltimo y media en el ultimo.

Con respecto a los elementos mayores, el Potasio y el Calcio presentan altos valores, el Magnesio con valores medios. El contenido del Fósforo disponible es bajo en todo el perfil y la retención fosfórica es moderada. Los elementos menores, el Hierro presenta altos valores, el Cobre valores medios y el Zinc y Manganeso, valores bajos en el perfil. La fertilidad química de los suelos es alta.

En la mineralogía de los suelos, resalta la alta cantidad de feldespatos, los contenidos de minerales ferromagnesianos (piroxenos, anfibioles y biotita), la presencia de vidrio volcánico de minerales de hierro, se destaca también los bajísimos porcentajes de cuarzo. Lo anteriormente comentado en unión de la dominancia de materiales amorfos en la fracción arcillosa, indica un grado de alteración muy bajo, alta fertilidad potencial y baja evolución de estos suelos (Cuadro 4.139).

En la Figura 4.137, puede observarse que el comportamiento de la infiltración es rápido, esto debido a las texturas francas que se presenta en el perfil.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos de baja evolución, desarrollados a partir de depósitos aluviales o fluviales (depositados por agua), presentan de alta a media saturación de bases y de media a baja capacidad de intercambio catiónico, con déficit de humedad por más de 90 días acumulativos al año, pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, presencia de materiales amorfos en la fracción arcillosa, con régimen de temperatura anual edáfico isotérmico (entre 15 y 22 °C).

Las limitantes son: erosión ligera, pocos fragmentos de roca en el perfil; son tierras de vocación agrícola para cultivos intensivos propios de clima templado.

Es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica, donde se puede incluir la siembra de cultivos en contorno, barreras vivas y muertas. Se deben implementar prácticas agrícolas muy livianas que no destruyan la estructura del horizonte A; es importante variar la profundidad cada vez que se laboree, con el fin de evitar la formación de un "piso de arado" (horizonte subsuperficial endurecido que limita la penetración del agua en el perfil y disminuye la aireación para las raíces de los cultivos), esto, además, reduce la erosión. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompe vientos e incorporar materia orgánica mediante la aplicación de abonos orgánicos y la incorporación al suelo de los restos de cosecha.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar nutrientes ricos en Nitrógeno y Fósforo. De acuerdo a la moderada retención fosfórica se debe aplicar fertilizantes fosforados poco solubles cercanos a las áreas radiculares en forma espaciada. Respecto a los elementos menores se debería aplicar Manganeso y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales. Estos suelos necesitan riego en la época seca, debido a sus texturas medias y a la infiltración que es moderadamente rápida (Figura 4.127), es necesario aplicar menores volúmenes de agua a intervalos cortos en el tiempo, por medio del sistema de aspersión o por goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase ANFb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-2, por lo que son tierras de vocación agrícola, áptas para cultivos intensivos de clima templado subhúmedo.

Para conocer los cultivos que se adaptan a la fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.3 Suelos del paisaje de piedemonte hidro-volcánico (P)

El 13.6% de la superficie del departamento de Sacatepéquez está ocupada por el paisaje "piedemonte hidro-volcánico". Se distribuye al pie de los tres grandes volcanes (Volcán de Agua, Fuego y

Acatenango), en los municipios de Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, Alotenango, Santa María de Jesús, Jocotenango, San Miguel Dueñas y Santa Catarina Barahona.

Este paisaje posee 4 tipos de clima, los cuales fueron caracterizados en el estudio climático (UPGGR-MAGA, 2009), siendo éstos: **semifrío húmedo (código S)** cuyos valores oscilan entre 14.3 y 17.0 °C de temperatura media anual; 1,001 a 2,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud de 1,800 a 2,300 msnm; **templado húmedo (código B)** con una temperatura media anual entre 17.1 a 20.7 °C; 1,001 a 2,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud de 1,000 a 1,800 msnm; **templado subhúmedo (código Q)**, con un rango de temperatura media anual de 17.1 a 20.7 °C; 601 a 1,000 milimetros anuales de precipitación y una altitud de 1,000 a 1,800 msnm; **semicálido húmedo (código H)** con temperaturas medias anuales entre los 20.8 a 24.3 °C; 2,001 a 4,000 milímetros anuales de precipitación y una altitud de 600 a 1,000 msnm.

Los relieves de este paisaje han sido modelados por aportes de materiales de origen volcánico erosionables y por sedimentación de materiales volcánicos por medio de corrientes de agua. Los materiales parentales que se han encontrado en la zona de estudio son: depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, depósitos superficiales clásticos gravigénicos y depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo).

Los tipos de relieve dominantes dentro de este paisaje son los abanicos, glacís y vallecitos.

Asimismo, se han identificados los siguientes órdenes de suelos: Andisoles, se ubican en los abanicos, sobre pendientes de ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, son moderadamente evolucionados; Inceptisoles que se ubican en abanicos y son poco evolucionados; Molisoles, estos suelos se ubican en abanicos, glacís y vallecitos de evolución moderada. Los suelos han evolucionado a partir de materiales parentales de origen volcánico del período cuaternario, por lo que dominan los suelos jóvenes a moderadamente evolucionados.

De acuerdo con los resultados de las propiedades químicas analizadas en los perfiles modales, se han encontrado las siguientes variaciones: **A. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**: el 62.7% de los suelos del paisaje presentan altos valores de CIC; el 27.4% presenta valores medios, el 9.6% presentan valores bajos y el 0.3% restante, pertenece a la categoría “no suelo”. **B. Saturación de Bases (SB)**: el 72.3% de los suelos presentan altos valores de SB; el 27.4% presentan valores medios y el 0.3% restante, pertenece a la categoría “no suelo”. **C. Carbono Orgánico (CO)**: el 86.5% presenta valores altos, 13.2% valores medios y el 0.3% restante, pertenece a la categoría “no suelo”. **D. pH:** en un 88.9% de los suelos el valor predominante de pH es “neutro”; el 10.8 % presentan valores “ligeramente ácidos” y el 0.3% restante, pertenece a la categoría “no suelo”. **E. Fertilidad:** el 56.7% de los suelos presenta alta fertilidad química; el 27.4%, valores medios; el 15.6%, presenta valores muy altos y el 0.3% restante, pertenece a la categoría “no suelo”.

Entre las propiedades físicas analizadas, estos suelos se caracterizan por: **A. Textura:** predominan las texturas medias en un 72.3% de los suelos: las texturas gruesas en el 27.4% y el 0.3% restante, pertenece a la categoría “no suelo”. **B. Estructura:** la estructura predominante es “bloques subangulares” ya que se presenta en el 54.7% de los suelos; la estructura granular está presente en el 45% de los suelos y el 0.3% restante, pertenece a la categoría “no suelo”. **C. Densidad aparente:** predomina la muy baja densidad aparente en el 99.7% de los suelos y el 0.3% restante, pertenece a la categoría “no suelo”. **D. Profundidad efectiva:** el 53.5% de los suelos son profundos; el 27.4% son superficiales; el 10.3% moderadamente profundos; el 7.4%, moderadamente superficiales; el 1.1% son muy superficiales y el 0.3% restante, pertenece a la categoría “no suelo”. **E. Drenaje natural:** el 49.9% de los suelos poseen “drenaje moderado”; el 34.8% son “bien drenados”; el 13.9% presentan drenaje moderadamente



excesivo; el 1.1% presentan drenaje muy pobre y el 0.3% restante, pertenece a la categoría "no suelo". **F. Pedregosidad superficial:** en general los suelos presentan poca pedregosidad superficial. **G. Consistencia en húmedo:** generalmente, se presentan de ligeramente plásticos a ligeramente pegajosos.

Las pruebas de infiltración, consideradas como una propiedad física hidrodinámica referente al "movimiento vertical del agua por los poros del suelo expresada en cm/hora" y que se relaciona directamente con el tamaño de las texturas del suelo, se realizaron en 2 unidades del paisaje de piedemonte hidro-volcánico, el resultado fue de rápida infiltración. Se describe a continuación:

- **PQA** (tipo de relieve abanico, perfil 30105) y PHA (tipo de relieve abanico, perfil 031402), de infiltración rápida.

Se extrajeron muestras de suelo para caracterizar los minerales presentes en la unidad PHA (tipo de relieve abanico, perfil 31402).

La interpretación de los resultados de los análisis mineralógicos en los diferentes tipos de relieve y materiales parentales, indica que el grado de alteración de las arenas es bajo por la dominancia de feldespatos; no obstante, también se presentan el diopsido, magnetita, los fragmentos de toba y trazas de vidrio volcánico, hornblenda, hematita y granos alterados. Con respecto a la fracción arcilla, la dominancia de materiales amorfos y la presencia de trazas de feldespatos. Los materiales amorfos son los que presentan mayor capacidad de intercambio de cationes, baja densidad aparente, alta disponibilidad de nutrientes, alta superficie especifica y al igual que la materia orgánica, favorece la retención de humedad. Lo anterior indica etapas iniciales en la formación de los suelos de este paisaje.

La vegetación natural ha sido reemplazada en su mayor parte por la agricultura semi-intensiva e intensiva. Se aprecian relictos de bosque en las zonas de pendientes altas y marginales solamente. Los cultivos más comunes en el área son el café, frijol, maíz, flores y hortalizas.

SINTESIS

Los suelos del paisaje piedemonte hidrovolcánico presentan buena disponibilidad y una adecuada capacidad para absorber nutrientes, una adecuada proporción de arenas, limos y arcillas y un buen movimiento del agua en el suelo. El pH no es un factor que limite la productividad de las tierras.

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 arenas se relacionan con la fertilidad potencial del suelo y en este paisaje la fertilidad potencial es alta ya que las arenas presentan minerales que al desintegrarse heredan al suelo elementos importantes para la nutrición vegetal; los minerales presentes en la fracción arcilla indican el origen volcánico de los suelos y el grado moderado de evolución genética.



La estructura del suelo en bloques subangulares, la densidad aparente muy baja indica que los suelos son livianos, frágiles y requieren de un manejo adecuado de la labranza para no destruirlos. Los contenidos de materia orgánica indican un adecuado manejo del suelo que afectan positivamentela estructura, el movimiento del agua y la incorporación de nutrientes, lo que reduce el riesgo de erosión y la perdida de productividad de los suelos.

En los suelos del piedemonte hidrovolcánico se cultivan pasto de corte para ganadería y plantas para el autoconsumo, la comercialización en el mercado local y para la exportación. Entre los principales

productos agrícolas se destacan como cultivos de exportación: el café y la caña de azúcar; como cultivos para el mercado local: flores, hortalizas, plátano y macadamia; para consumo y mercado local: fríjol y maíz.

4.2.3.1 Consociación Sabana Grande (orden Andisol): Thaptic Haplustands, familia medial, isotérmica; perfil modal 031117; símbolo PSA

Las tierras que conforman esta unidad se localizan a inmediaciones de los parajes Chococ y Sabana Grande del municipio de Santa María de Jesús. Abarca una extensión de 265 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 14.3 a 17.0 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual 15.0 °C, la precipitación anual media es de 1,253 mm y una altitud media de 1,910 msnm. Se ubica dentro la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*). Según la figura 4.138 la cobertura actual de la tierra es agrícola.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo) en terrenos con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) en el paisaje de piedemonte hidro-volcánico y en el tipo de relieve abanico.

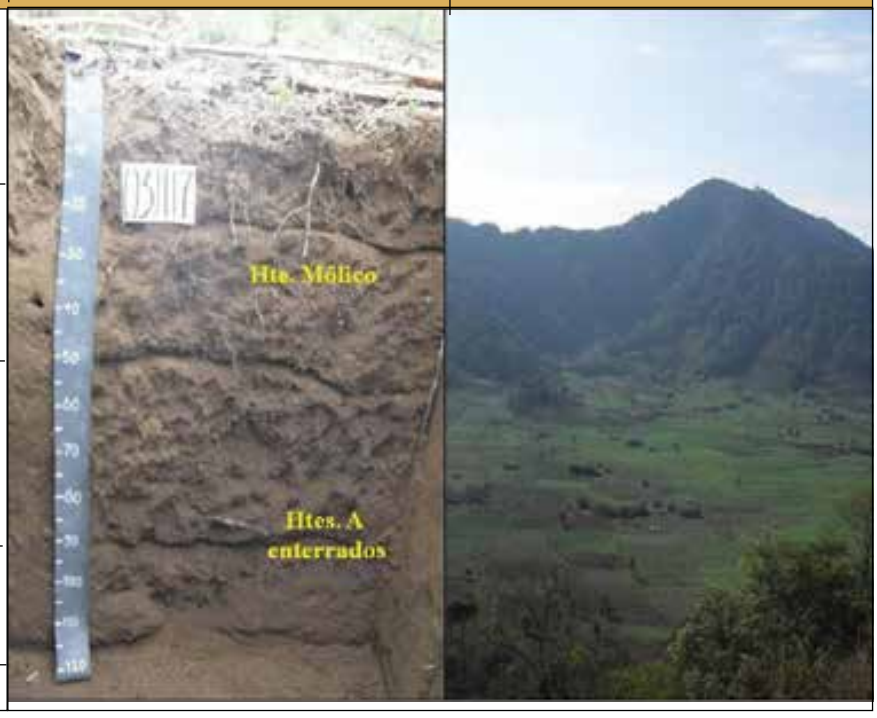
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franca Pardo oscuro pH 6.0	00		
A2 Franco arcillosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.5	20		
2Ab1 Arcillo limosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.8	50		
2Ab2 Arcillo limosa Pardo oscuro pH 6.7	90		
	120x		

Figura. 4.138 Perfil modal del Thaptic Haplustands (031117) en paisaje de piedemonte hidro-volcánico (Fotos: D. López, 2010)

La unidad está representada por el suelo modal Thaptic Haplustands, familia medial, isotérmica (PM 031117), en un 90%, el 10% restante está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Sabana Grande presenta la siguiente fase:

- **PSAb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (265 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031117

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031117:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Sabana Grande
Símbolo		PSA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Thaptic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa María de Jesús
	Aldea	Sabana Grande
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 479246
		Latitud (Y): 1602183
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7760
	Línea de vuelo No.	227
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		1,883 msnm
Relieve	**Clase**	Ligeramente inclinada
	Rango de la pendiente	3-7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,253 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento a medio
	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**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Arveja, maíz, frijol, durazno
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		Dunia Gabriela López Menchú, Deysi Amarilis Yoc
Fecha de descripción		15-04-2010

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite gradual y ondulado.
20 – 50 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, muy finas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
50 – 90 cm 2Ab1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%), irregular y angular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos, irregulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
90 – 120x cm 2Ab2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros, finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031117:

Cuadro 4.140 Resultados de los análisis físicos del perfil 031117

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	0.81	1.39	107.59	32.2				16.51	29.24	12.49	41.73
20-50	1.01	1.15	69.16	23.53				10.66	8.03	4.14	12.17
50-90	0.68	1.24	115.69	39.01				18.8	29.93	15.23	45.16

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	15.69			
20-50	12.87			
50-90	20.21			

Cuadro 4.141 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031117

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	40.92	45.90	13.18	F	F		6.0	3.80	6.84	0.34			50.06	8.46	Muy alta
20-50	75.98	17.02	7.00	FA	FAr	10.00	6.5	1.62	2.92	0.15			7.16		
50-90	21.60	53.57	24.83	FL	ArL	5.00	6.8	3.08	5.54	0.28			9.89		
90-120	20.01	49.45	30.54	FA	ArL	2.00	6.7	2.88	5.18	0.26			11.17		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	27.50	12.30	15.20	15.14	9.43	1.83	1.00	2.88		34.29	6.65	3.64	10.47	
20-50	17.50	9.88	7.62	12.82	8.36	1.39	0.10	2.97		47.77	7.94	0.57	16.97	
50-90	37.00	14.57	22.43	17.66	11.71	2.60	0.24	3.11		31.65	7.03	0.65	8.41	
90-120	15.00	12.69	2.31	16.05	10.17	2.35	0.14	3.39		67.80	15.67	0.93	22.60	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0-20	55.05	1.25	3.36	16.01	74.92	31.00
20-50	73.26	2.01	0.30	34.75	50.69	31.13
50-90	47.73	0.75	0.98	11.31	34.63	
90-120	SAT	0.75	0.10	7.19	15.25	

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable (H^{+}+Al^{+++}); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.



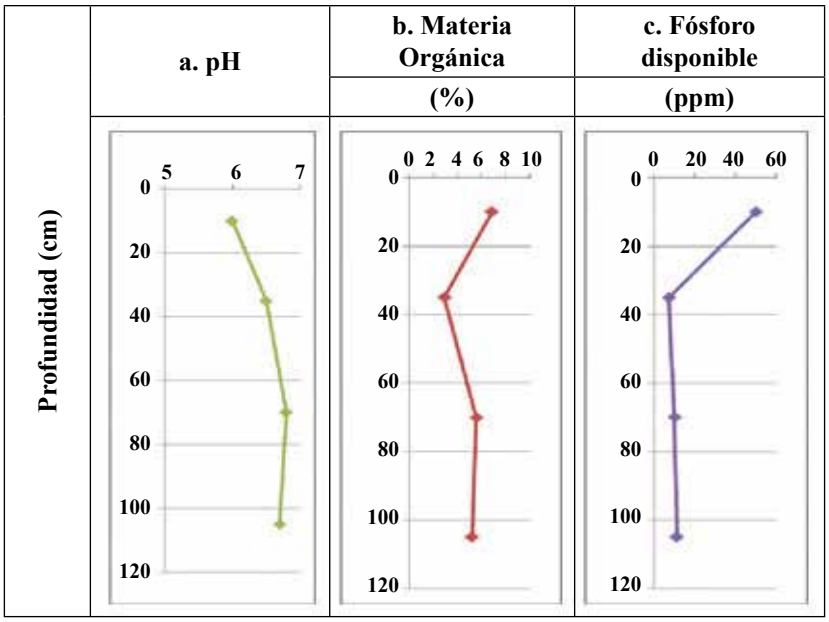


Figura 4.139 Características químicas según profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031117

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.138 y la descripción del perfil, el suelo presenta un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-Ab; donde el horizonte A se divide en Ap, A2, de color pardo oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, textura franca y franco arcillosa, presenta poca gravilla, estructura en bloques subangulares finos medios y moderados, consistencia en húmedo friable. El tercer horizonte es un 2Ab1 de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillo limosa, poca presencia de gravilla, estructura en bloques subangulares, medios y moderados, consistencia en húmedo friable. El cuarto horizonte corresponde a un 2Ab2 de color pardo oscuro, textura arcillo limosa, poca presencia de gravilla, estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados, consistencia en húmedo friable. Como se observa en el Cuadro 4.140 la porosidad total es alta en los horizontes Ap y 2Ab1 y baja en el horizonte A2, domina la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es baja en todos los horizontes.

Como se muestra en el Cuadro 4.141 y Figura 4.139 la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra incrementándose con la profundidad; el contenido de materia orgánica es alto en el horizonte Ap, bajo en el A2 y se incrementa nuevamente a alto en los horizontes Ab enterrados; la saturación de bases es alta.

Con respecto a lo elementos mayores, el Calcio y Potasio presentan altos valores, el Magnesio presenta valores medios. El contenido de Fósforo disponible es alto en el primer horizonte y bajos en los siguientes. La retención fosfórica es moderada. Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos, el Zinc presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás; el Hierro valores medios y el Cobre, valores bajos. Los resultados de los análisis químicos definen la fertilidad del suelo como muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Esta unidad cartográfica posee suelos derivados de cenizas volcánicas, profundos, con horizontes delgados con drenaje moderado, de texturas medias, alta a media saturación de bases, alta a media capacidad de intercambio catiónico, de reacciones moderadamente ácidas a neutras, con reacciones moderadas al NaF, posee una fertilidad química muy alta. Presentan un déficit de agua por más de 90 días acumulativos durante el año, dentro del perfil se encuentran suelos enterrados ricos en materia orgánica, de texturas moderadamente gruesas, con un clima edáfico anual isotérmico (entre 15 a 22°C).

Sus principales limitantes son erosión ligera, presencia de fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. La fase de este suelo con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), tiene vocación agrícola por lo que es apta para implementar cultivos intensivos.

Es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica, donde se puede incluir la siembra de cultivos en contorno, barreras vivas y muertas. Se deben implementar prácticas agrícolas muy livianas que no destruyan la estructura del horizonte A; es importante variar la profundidad cada vez que se laboree, con el fin de evitar la formación de un "piso de arado" (horizonte subsuperficial endurecido que limita la penetración del agua en el perfil y disminuye la aireación para las raíces de los cultivos), esto, además, reduce la erosión. Asímismo, se recomienda establecer cortinas rompe vientos y la incorporación de materia orgánica mediante la aplicación de abonos orgánicos y los restos de cosecha.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar nutrientes ricos en Nitrógeno y Fósforo. De acuerdo a la moderada retención fosfórica se debe aplicar fertilizantes fosforados poco solubles cercanos a las áreas radiculares en forma espaciada. Respecto a los elementos menores se debe aplicar Zinc y Hierro. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales. Estos suelos necesitan riego en la época seca, debido a sus texturas medias es necesario aplicar altos volúmenes de agua en forma espaciada en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase PSAb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-2, por lo que son tierras con vocación agrícola y son aptas para cultivos intensivos de clima semifrío húmedo.

Para conocer los cultivos que se adaptan a la fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.3.2 Consociación Alotenango (orden Inceptisol): Andic Humusteps, familia ceniza sobre esquelética-francosa, isotérmica; perfil modal 031408; símbolo PBA

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones de los parajes Alotenango, El Nopal, El Astillero, granja La Joya, fincas San Nicolás, Santa Agusta, Capetillo, El Pedregal, El Amatón del municipio de Alotenango. Las fincas Tempisque, Capetillo, labores El Hatillo, El Socorro y Montañes del municipio de Ciudad Vieja; finca Pancel, del municipio de Santa María de Jesús. Abarca una extensión de 2,007 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado húmedo" (Código B) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual 19.3 °C, la precipitación anual media es de 1,639 mm y una altitud media de 1,463 msnm. Se ubica dentro de las Zonas de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominadas bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y bosque muy húmedo subtropical (cálido) (bmh-S(c)), cuyas principales especies indicadoras son: corozo (*Scheelea preussii*), volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), mulato (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco o primavera (*Cibistax donnell-smithii*) y chaperno (*Andira inermis*). Según la figura 4.140 la cobertura actual es de agricultura con (café con sombra).

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.5	00		
A2 Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.7	20		
C Franco arenosa Pardo oscuro pH 7.0	50		
	120x		

Figura 4.140 Perfil modal de Andic Humusteps (031408) en paisaje de piedemonte hidro-volcánico (Fotos: D. Yoc, 2009)

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), en tierras con pendientes de ligeramente inclinadas (3-7%) a fuertemente inclinadas (12-25%) en el paisaje piedemonte hidro-volcánico y en el tipo de relieve abanico.

La unidad está compuesta por el suelo Andic Humusteps, familia ceniza sobre esquelética-francosa, isotérmica (PM 031408) en un 90% (Figura 4.140), el 10% restante corresponde a suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Alotenango, presenta las siguientes fases:

- **PBAb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (55 ha).
- **PBAbp1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (169 ha).
- **PBAc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (138 ha).
- **PBAc2:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión moderada (148 ha).
- **PBAcp1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (481 ha).
- **PBAdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (710 ha).
- **PBAdp2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (306 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031408

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM: 031408

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Alotenango
Símbolo		PBA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Andic Humusteps, familia ceniza sobre esquelética-francosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Juan Alotenango
	Aldea	Faldas del Volcán
	Caserío, sector, sitio, finca	A 100 mts de la torre de comunicación
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 465519
		Latitud (Y): 1600483
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7612
	Línea de vuelo No.	228
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Apice, cuerpo y talud de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		1,437 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinado
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,713 mm.
	Temperatura promedio anual	20 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	21.3°C.



Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
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**	Superficial
	Profundidad	50 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y mediana pedregosidad superficial
Vegetación natural		No hay
Describió		Deysi Amarilis Yoc, Oscar Antonio Hernández de la Parra.
Fecha de descripción		24-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (30%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea, estructura en gránulos, finos y débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro e irregular.
20 – 50 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (30%), frecuente grava (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos y débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, gruesos, irregulares, continuos; 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 6.7, reacción neutra; límite claro y plano.
50 – 120x cm C	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (60%), poca piedra (5%), poco cascajo (10), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, gruesos, irregulares, discontinuos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031408:

Cuadro 4.142 Resultados de los análisis físicos del perfil 031408

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	0.88	1.32	27.65	9.30				3.90	22.12	11.21	33.33
20-50	0.79	1.48	25.00	10.64				4.47	26.78	19.84	46.62

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	5.40			
20-50	6.17			

Cuadro 4.143 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031408

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	60.76	35.92	3.32	FA	AF	30	6.5	2.60	4.94				20.61	6.61	Media
20-50	60.66	36.01	3.32	FA	AF	30	6.7	4.10	7.79				8.29		
50-120	64.53	32.29	3.18	FA	FA	75	7.0	0.50	0.95				11.34		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	16.11	6.82	9.30	6.82	6.15	0.45	0.11	0.10		38.19	2.81	0.68	0.63	
20-50	11.11	5.37	5.74	5.37	4.94	0.33	0.06	0.04		44.48	2.96	0.58	0.32	
50-120	6.67	3.06	3.61	3.06	2.68	0.23	0.10	0.05		40.25	3.39	1.47	0.74	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	42.30	2.20	6.55	65.45	27.45	10.80			
20-50	48.34	0.95	5.85	34.75	32.70	22.4	0.77	0.69	
50-120	45.86	2.45	1.90	69.90	16.25	16.70			

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

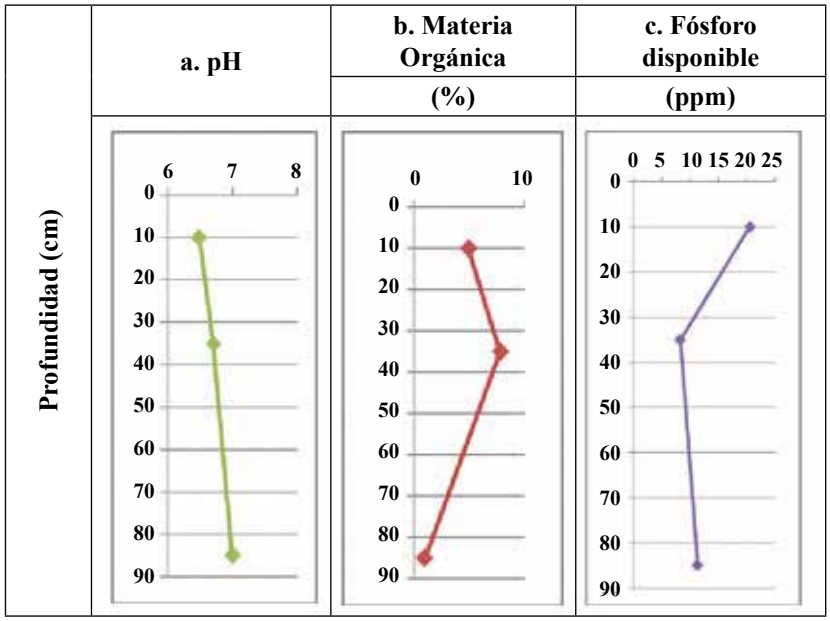


Figura 4.141 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031408

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.140 y la descripción del perfil, el suelo presenta un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-C; donde el horizonte A se divide en Ap y A2 de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arenosa franca, presenta abundante gravilla, estructura en gránulos finos y débiles, consistencia en húmedo friable y suelta en el A2. El horizonte C es de textura franco arenosa, con color pardo oscuro, con abundante presencia de gravilla, sin estructura. Como se observa en el Cuadro 4.142 la porosidad total es media en el primer horizonte y alta en el segundo, domina la macroporosidad sobre microporosidad; la humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.143 y Figura 4.141 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra; aumentando los valores del pH con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es media en el horizonte A y baja en el horizonte C; el contenido de materia orgánica varia de medio a alto en el horizonte A y bajo en el horizonte C, la saturación de bases es media.

Respecto a los elementos mayores, el Calcio presenta valores altos en el primer horizonte y se reduce en los subsiguientes; el Magnesio y el Potasio presentan valores bajos. En el caso del Fósforo disponible es alto en el primer horizonte y se reduce en los subsiguientes; la retención fosfórica es baja. Respecto a los elementos menores, los valores del Hierro y Manganeso son altos, el Cobre y el Zinc presentan valores medios. La fertilidad química del suelo es media.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos suelos presentan horizontes humificados, son superficiales bien drenados, con texturas gruesas sobre medias, con saturación de bases media y capacidad de intercambio catiónico media a baja, reacción que va de ligeramente ácida a neutra y fertilidad química media. Estos suelos presentan altos contenidos de materia orgánica, con temperatura edáfica anual isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Sus limitantes principales se deben a su posición en el relieve abanico donde los suelos son superficiales, mediana pedregosidad superficial, frecuentes y abundantes fragmentos de roca en el perfil, erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones en un semestre.

Las fases de estos suelos con pendientes de ligeramente a fuertemente inclinadas (3-7%; 7-12%; 12-25%) debido a la poca profundidad de los suelos y a la presencia de fragmentos de roca en el perfil son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril y son aptas para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Estas tierras necesitan fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, se recomienda la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso. Debe minimizarse la erosión eólica por lo que se recomienda establecer barreras contravientos. Estas tierras no se pueden mecanizar 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 deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea y evitando el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

A todas las fases es necesario agregarle en forma constante materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, para ello se recomienda aplicar abonos orgánicos, establecer abonos verdes e incorporar restos de cosecha. Respecto a la fertilización química requieren Nitrógeno, Potasio y Fósforo. Como micronutrientes requieren Cobre y Zinc.



E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases PBAb1, PBAbp1, PBAc1, PBAc2, PBAcp1, PBAdp1 y PBAdp2 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-4, por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.3.3 Consociación Antigua (orden Molisol): Cumulic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica; perfil modal 030105; símbolo PQA

La Consociación Antigua se encuentra localizada en los poblados San Pedro Las Huertas, San Bartolomé Becerra, San Gaspar Vivar, San José, las fincas Belencito, Bella Vista, Colombia, El Desengaño, El Guarda, El Perú, El Pintado, Jauja, La Esmeralda, La Felicidad, La Rinconada, Las Ilusiones, Las Margaritas, Las Minas, Las Salinas, Panorama, Pavón, Retana, San Ignacio, San Nicolás, Santa Teresa, Solís, poblados San Felipe de Jesús, San Pedro El Alto y finca Tetuán y la cabecera municipal del municipio de Antigua Guatemala; los poblados Alamedas de San Vicente, Villa Alcántara II, Cortijo Las Flores, La Joya, Las Flores, Villas del Hermano Pedro y Villas de San Francisco; las fincas El Llano, El Potrero, Los Valles, Montaña, San Jorge, Vista Alegre y La Esperanza, la granja Labor Cuxinales y los balnearios El Cubo y Medina del municipio de Ciudad Vieja; y los poblados La Asunción y Los Llanos, las fincas El Portal, La Azotea, Las Victorias y San Isidro y cabecera municipal del municipio de Jocotenango; fincas La Soledad, San Rafael Urías, La Primavera y Labor Michigan del municipio de San Miguel Dueñas y los alrededores de la cabecera municipal del municipio de Santa Catarina Barahona. Abarca una extensión de 3,389 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado subhúmedo" (Código Q) que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual 18.3 °C, la precipitación anual media es de 933 mm y una altitud media de 1,515 msnm. Los polígonos abarcan dos Zonas de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominadas bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*), ciprés común (Cupressus lusitánica) y bosque muy húmedo Subtropical (cálido) cuyas especies indicadoras son: volador (*Terminalia oblonga)*, conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), palo de puntero (*Sickingia salvadorensis*), barrabas (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco (*Cybistax donnell-smithii*), arenillo (*Andira inermis*) y otras. Según la figura 4.142 la cobertura actual es agricultura con café bajo sombra.



Los suelos se han desarrollado sobre depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), en pendientes ligeramente planas (0-3%), ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) correspondientes al paisaje piedemonte hidro-volcánico en un tipo de relieve abanico y forma de terreno cuerpo y talud de abanico.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Cumulic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 030105) en un 70%; suelos de los tipos Vitrandic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isotérmica (PI 030103) en un 20% y Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, isotérmica (PI 031203) en un 10%.

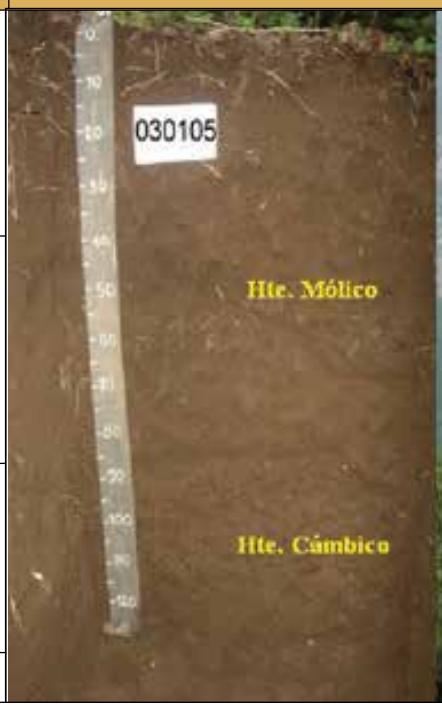
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franca Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.6	00		
A2 Franco limosa Pardo oscuro pH 7.9	40		
Bw Franco limosa Pardo amarillento oscuro pH 8.4	85		
	120x		

Figura 4.142 Perfil modal del Cumulic Haplustolls (030105) en paisaje de piedemonte hidro-volcánico (Fotos: C. García, 2009)

La unidad presenta las siguientes inclusiones: suelos Vitrandic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isotérmica (PI 030103) se caracterizan por ser moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, fertilidad muy alta, sin erosión, con déficit de precipitaciones en un semestre del año, presenta uso agrícola y suelos del tipo Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, isotérmica (PI 031203), se caracterizan por ser moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, fertilidad muy alta, sin erosión, con déficit de precipitaciones en un semestre del año, su uso es agrícola (ver detalles en el Anexo B).

La Consociación Antigua presenta las siguientes fases:

- **PQAa1:** fase por pendientes ligeramente planas (0-3%), erosión ligera (2,039 ha).
- **PQAb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (1,071ha).
- **PQAc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (279 ha).

A). Descripción del perfil modal No 030105

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030105:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Antigua
Símbolo		PQA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Cumulic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Antigua Guatemala
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	A 900 metros de la carretera que se dirige de Antigua a Ciudad Vieja
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 474265
		Latitud (Y): 1607741
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7817
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo y talud de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		1,519 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente plana
	Rango de la pendiente	0-3 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	800 mm.
	Temperatura promedio anual	18 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	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**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café en asocio con gravilea
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, baja retención de humedad
Vegetación natural		No hay
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		21-09-2009



PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 40 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franca; poca gravilla (2%), 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, medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y ondulado.
40 – 85 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%), subredondeada, 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, medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 7.9, reacción moderadamente alcalina; límite claro y ondulado.
85 – 120x cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (10%), subredondeada, 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, medios, irregulares, continuos; 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 8.4, reacción moderadamente alcalina.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 030105

Cuadro 4.144 Resultados de los análisis físicos del perfil 030105

Profundidad	Densidades g/cc		Porosidades %						Contenido de humedad %		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-40	0.63	1.17	49.14	25.52				13.33	22.18	23.97	46.15
40-85	0.90	1.03	51.56	31.15				19.13	5.00	7.63	12.62

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-40	12.19
40-85	12.02

Cuadro 4.145 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030105

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-40	38.09	46.63	15.28	F	F	2.00	6.6	2.54	4.83				4.62		
40-85	17.23	73.60	9.17	FL	FAr	5.00	7.9	3.02	5.74				0.11	8.23	Alta
85-120	5.60	81.72	12.69	FL	FAr	10.00	8.4	0.98	1.86				N.D		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-40	39.44	39.08	0.36	39.08	30.95	5.80	2.08	0.25		78.47	14.70	5.28	0.63	
40-85	35.00	33.62	1.38	33.62	23.89	7.32	2.12	0.29		68.25	20.92	6.06	0.82	
85-120	31.11	17.70		17.70	5.40	10.69	1.02	0.58		17.36	34.37	3.29	1.87	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-40	99.08	0.70	4.75	9.80	90.25	15.20			
40-85	96.05	0.40	1.30	1.90	30.45	18.50	0.55	0.84	
85-120	56.89	0.35	0.60	N.D	30.85				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

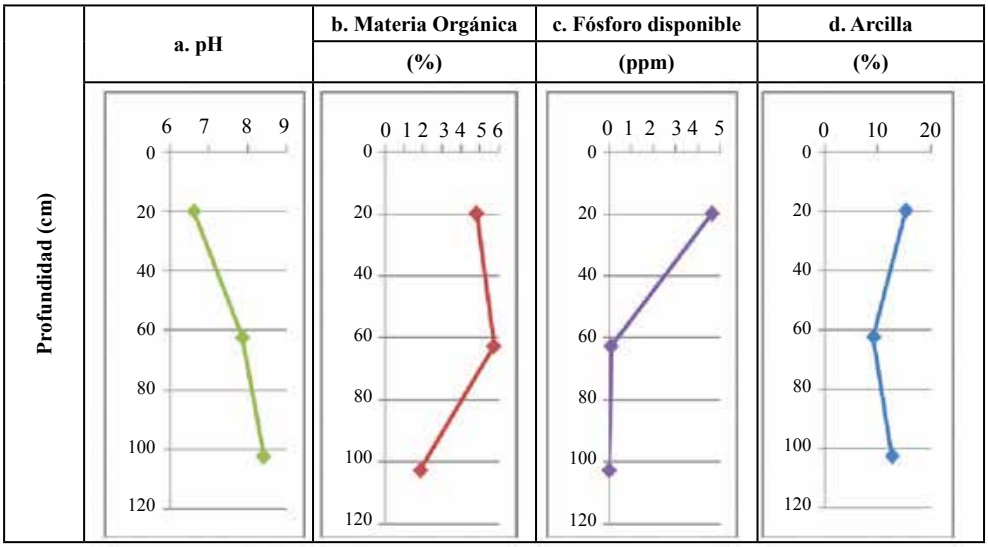


Figura 4.143 Características químicas y físicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 030105

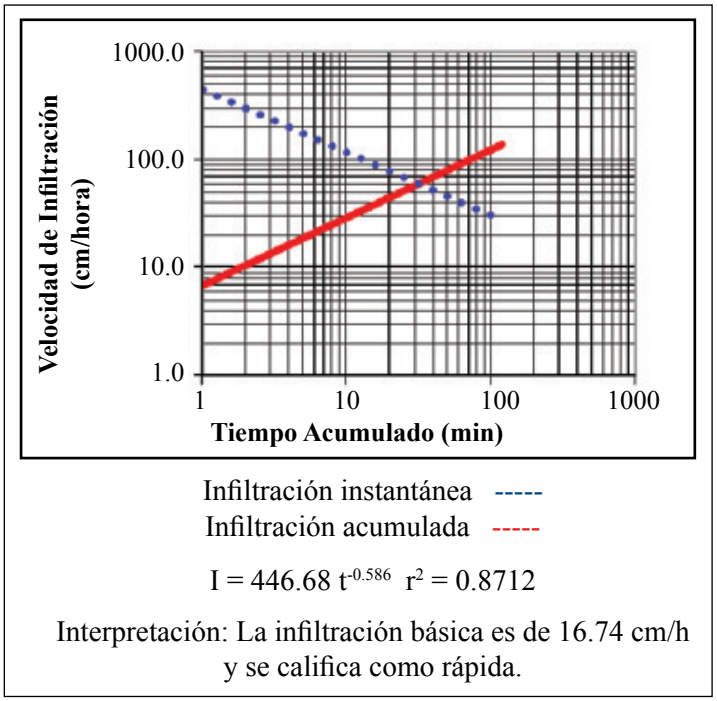


Figura 4.144 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "rápida" como resultado de las pruebas realizadas a los suelos de la Consociación Antigua; perfil modal 030105

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se observa en la Figura 4.142 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A-B; donde el horizonte A se subdivide en Ap y A2, de color pardo grisáceo muy oscuro y pardo oscuro, textura franca y franco limosa, estructura en bloques subangulares finos, medios y moderados, y consistencia en húmedo friable, con poca presencia de fragmentos de roca. El horizonte Bw es de color pardo amarillento oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares finos, medios y moderados, consistencia en húmedo friable. De acuerdo con el Cuadro 4.144, la porosidad total es alta en el horizonte Ap y baja en el horizonte A2, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en todos los horizontes, la humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.145 y Figura 4.143, la reacción del suelo varía de neutra a moderadamente alcalina, los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es muy alta en todo el perfil, el contenido de materia orgánica es de medio a alto en el horizonte A y bajo en el horizonte B, la saturación de bases es alta en todos los horizontes.

Con referencia a los elementos mayores, el Calcio, el Magnesio y el Potasio presentan altos valores. El Fósforo disponible es bajo en todo el perfil, la retención fosfórica es muy baja. Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos, el Zinc y Hierro presentan medios valores en el primer horizonte y bajos en los subsiguientes; el Cobre presenta bajos valores. La fertilidad química de los suelos es alta.

Según la Figura 4.144 la infiltración del agua en el suelo (infiltración básica), es de 16.74 cm/h y se califica como rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos suelos son profundos, con horizontes superficiales gruesos y oscuros con drenaje moderado, de texturas medias, poseen una alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio catiónico, reacción de neutra a moderadamente alcalina, de fertilidad química alta, erosión ligera y poca pedregosidad superficial. Presentan régimen de humedad ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. La temperatura edáfica anual está entre los 15 y 22 ºC.

Los suelos presentan limitaciones debido a sus pendientes moderadamente pronunciadas, erosión ligera, pocos fragmentos de roca en el perfil y deficiente precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes que van de ligeramente planas (0-3%); ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente inclinadas (7-12%), poseen vocación agrícola y son aptas para el establecimiento de cultivos intensivos.

Es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica como la siembra de cultivos en contorno, barreras vivas y muertas y prácticas agrícolas muy livianas que no destruyan la estructura del horizonte A; es importante variar la profundidad cada vez que se laboree, con el fin de evitar la formación de un “piso de arado” (horizonte subsuperficial endurecido que limita la penetración del agua en el perfil y disminuye la aireación para las raíces de los cultivos), esto, además, reduce la erosión. Así mismo, se recomienda establecer cortinas rompe vientos, la incorporación de materia orgánica mediante la aplicación de abonos orgánicos y los restos de cosecha.



Con respecto a la fertilización química es necesario agregar nutrientes ricos en Nitrógeno y Fósforo Respecto a los elementos menores se debería aplicar Hierro, Cobre y Zinc. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales. Estos suelos necesitan riego en la época seca, debido a sus texturas medias y a la infiltración que es rápida (Figura 4.144), es necesario aplicar menores volúmenes de agua en forma frecuente, por medio de sistemas por gravedad, aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases PQAa1 y PQAb1 pertenecen a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-3, por lo que son tierras de vocación agrícola con aptitud para cultivos intensivos de clima templado. La fase PQAc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-3; por lo que son tierras de vocación agrícola con aptitud para cultivos intensivos de clima templado.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.3.4 Consociación Venecia (orden Inceptisol): Fluventic Endoaquepts, familia francosa fina, superactiva, isotérmica; perfil modal 031305; símbolo PQB

La Consociación Venecia se encuentra localizada a inmediaciones de la Laguneta Quilisimate y Finca Venecia del municipio de San Miguel Dueñas y en los municipios de Ciudad Vieja y Santa Catarina Barahona. Abarca una extensión de 75 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado subhúmedo" (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 a 1,8000 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual 20.0 °C, la precipitación anual media es de 892 mm y una altitud media de 1,456 msnm. Se ubica dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). Según la Figura 4.145 la cobertura vegetal está formada por juncos y pastos naturales.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), en pendientes ligeramente planas (0-3%), correspondientes al paisaje de piedemonte hidro-volcánico en relieve de tipo abanico.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Fluventic Endoaquepts, familia francosa fina, superactiva, isotérmica (PM 031305), en un 90%, el 10% restante está ocupado por suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.



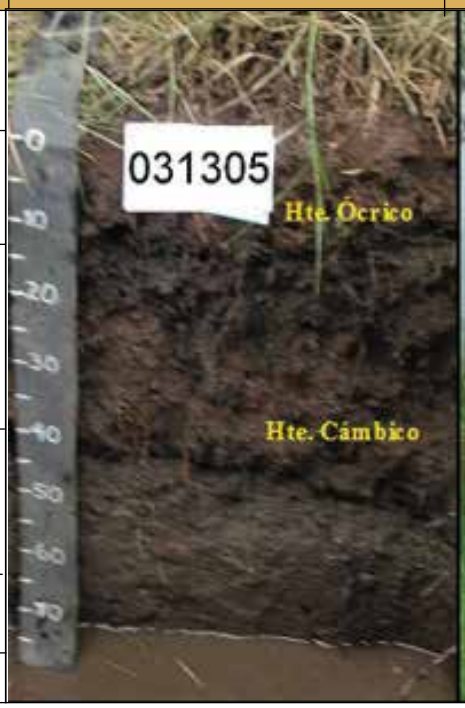
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franca Gis verdoso pH 6.9	00		
Bg1 Franca Gris verde oscuro pH 7.1	15		
Bg2 Franco arcillo arenosa Gris verde muy oscuro pH 7.8	45		
Cg Franco arcillo arenosa Gris verdoso muy oscuro pH 7.4	85 120x		

Figura 4.145 Perfil modal del Fluventic Endoaquepts (031305) en paisaje de piedemonte hidro-volcánico (Fotos: J. del Cid, 2009)

La Consociación Venecia presenta la siguiente fase:

- **PQBaz:** fase por pendientes ligeramente planas (0-3%), frecuentes encharcamientos (75 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031305

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031305:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Venecia
Símbolo		PQB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Fluventic Endoaquepts, familia francosa fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Miguel Dueñas
	Aldea	Finca Venecia
	Caserío, sector, sitio, finca	San Diego, a 50 metros de los invernaderos
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 468159
		Latitud (Y): 160714
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7813
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	01

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo y talud de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		1,457 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente plana
	Rango de la pendiente	0-3 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	893 mm.
	Temperatura promedio anual	20 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficiente durante 1 semestre, con exceso en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ácuico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	22.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Lento
	Natural	Muy pobremente drenado
Erosión	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Grado	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
Nivel freático	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	15 cm.
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	Frecuente
	Duración	Todo el año
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	15 cm.
	Limitante	Nivel freático
Uso	**Actual**	Sin uso agropecuario
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Nivel freático superficial, inundaciones y/o encharcamientos
Vegetación natural		Pastos naturales (Tul o junca)
Describió		Gustavo Adelmo Bonilla Arias, Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		21-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo gris verdoso GLEY2 (10BG5/1), y pardo rojizo 5YR4/3, frecuentes (20%); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios, fuertes; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, vesiculares, continuos; 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 6.9, reacción neutra; límite gradual y plano.
15 – 45 cm Bg1	Color en húmedo gris verde oscuro GLEY2 (10B4/1) y pardo rojizo 5YR4/4, frecuentes (15%); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, vesiculares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 7.1 reacción neutra; límite gradual y plano.



45 – 85 cm Bg2	Color en húmedo gris verdoso muy oscuro GLEY2 (10BG3/1); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, vesiculares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 7.8, reacción ligeramente alcalina; límite gradual y plano.
85 – 120x cm Cg	Color en húmedo gris verdoso muy oscuro GLEY1 (5G3/1); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.4, reacción ligeramente alcalina.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031305:

Cuadro 4.146 Resultados de los análisis físicos del perfil 031305

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	0.60	1.20	93.63	60.49				29.23	17.70	32.30	50.00
15-45	0.89	1.17	55.93	44.51				26.88	4.89	19.04	23.93
45-85	1.07	1.38	55.06	40.36				21.26	6.00	16.47	22.46

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-15	31.26			
15-45	17.62			
45-85	19.10			

Cuadro 4.147 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031305

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-15	44.30	37.00	18.70	F	FArL		6.9	4.28	8.13				N.D	8.60	Muy alta
15-45	46.54	28.17	25.29	F	FArL		7.1	3.20	6.08				1.18		
45-85	56.13	21.15	22.72	FArA	FArA		7.8	1.58	3.00				2.47		
85-120	52.67	26.22	21.11	FArA	FArL		7.4	0.74	1.41				0.32		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-15	55.56	40.97	14.59	40.97	25.51	12.05	2.43	0.97		45.92	21.69	4.38	1.75	
15-45	42.78	31.74	11.04	31.74	15.59	11.25	3.85	1.05		36.44	26.30	9.00	2.45	
45-85	32.78	29.87	2.91	29.87	14.23	12.46	2,35	0.83		43.41	38.02	7.16	2.53	
85-120	42.22	30.99	11.23	30.99	13.75	14.60	1.77	0.87		32.57	34.58	4.19	2.06	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0-15	73.74	0.45	6.65	4.70	164.25
15-45	74.19	0.70	4.25	11.30	116.80
45-85	91.13	1.35	4.15	16.25	91.35
85-120	73.41	3.70	2.20	42.55	112.20

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^+ + Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

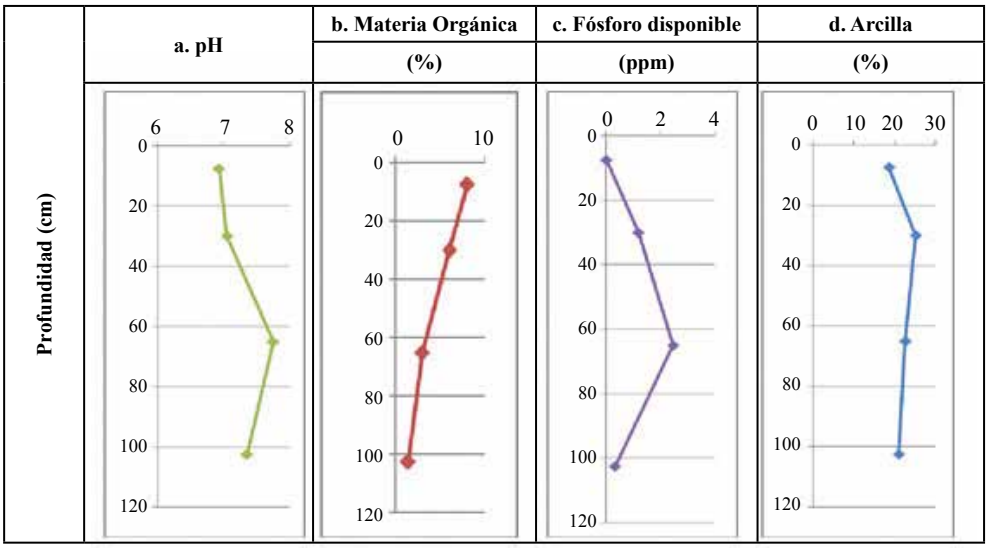


Figura 4.146 Características químicas y físicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 031305

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Según la Figura 4.145 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado de tipo A-B-C; el horizonte A es de color gris verdoso, textura franca, estructura en bloques subangulares medios y fuertes, consistencia en húmedo friable, el horizonte B se divide en Bg1 y Bg2, de color gris verdoso oscuro a muy oscuro, textura franca y franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y angulares finos, medios, gruesos, moderados y fuertes, consistencia en húmedo friable a firme, el horizonte C es un Cg de color gris verdoso muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, sin estructura masiva.

Como se muestra en el Cuadro 4.147 y la Figura 4.146, la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente alcalina, el pH se incrementa con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es muy alta en todo el perfil, la saturación de bases es alta en todos los horizontes, el contenido de materia orgánica es alto en los horizontes A y Bg1 y bajo en los horizontes Bg2 y Cg.

Los elementos mayores, el Calcio, Magnesio y Potasio, presentan altos en todo el perfil. El Fósforo disponible se encuentra bajo en todo el perfil. Respecto a los microelementos, el Manganeso y Zinc presentan altos valores, el Cobre y Hierro, valores bajos. La fertilidad química del suelo es muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos que presentan encharcamientos frecuentes, muy superficiales, pobremente drenados, de texturas medias, de alta saturación de bases, con alta capacidad de intercambio catiónico, presenta pH que van desde neutros a ligeramente alcalinos y una fertilidad química muy alta.

En el área estudiada permanecen saturados con agua por más de 270 días consecutivos, son suelos mal drenados en toda la sección control, han evolucionado sobre materiales acarreados por corrientes de agua, presentan decrecimiento irregular de materia orgánico, la temperatura anual edáfica es isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Sus limitantes principales están relacionadas con la reducción imperante en los suelos: drenaje pobre, encharcamientos, con régimen ácuico; presenta pendientes poco pronunciadas. Por estas limitaciones la vocación de estas tierras es de conservación y preservación de los recursos naturales.

La limitante principal es el agua que permanece en el perfil, si esta limitante fuera removida mediante un adecuado drenaje, la vocación de estas tierras pasaría a ser agrícola con medidas de conservación de suelos. En ese caso, debería incorporarse materia orgánica mediante abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosechas para mantener su fertilidad y mejorar sus condiciones fisico-químicas. Asimismo, requerirían fertilización química y se debería aplicar Nitrógeno y Fósforo y como microelementos Cobre y Hierro. Las dosis deberían ser calculadas mediante análisis en finca.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase PQBaz pertenece a la clase V, subclase V hsc y grupo de manejo V hsc-1, por lo que son tierras de conservación y preservación de los recursos naturales.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.3.5 Consociación Ciudad Vieja (orden Molisol): Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-ceniza sobre pomácea, isotérmica; perfil modal 031202; símbolo PQC

Los suelos de la Consociación Ciudad Vieja se localizan en los alrededores de la aldea San Juan del Obispo, las fincas Covadonga y Orotapa, Poblado 24 de Junio del municipio de Antigua Guatemala; asimismo, en las labores El Socorro, Rinconcito Montañés y colonia San José del municipio de Ciudad Vieja. Abarca una extensión de 702 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “templado subhúmedo” (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual 17.5 °C, la precipitación anual media es de 932 mm y una altitud media de 1,594 msnm. Se ubica dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*). Según la Figura 4.147 el uso actual es agrícola (granos básicos).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, ceniza y lodo), en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%), correspondientes al paisaje de piedemonte hidro-volcánico en relieve de abanico.



La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-ceniza sobre pomácea, isotérmica (PM 031202), en un 90%, el 10% restante, está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo grisáceo muy oscuro pH 6.9	00		
Bw Arenosa franca Pardo oscuro pH 7.1	25		
Ab Arenosa franca Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.4	60		
2C Arenosa franca Pardo amarillento muy oscuro pH 7.6	95		
	120x		

Figura 4.147 Perfil modal del Vitrandic Haplustolls (031202) en paisaje de piedemonte hidro-volcánico (Fotos: C. García 2009)

La Consociación Ciudad Vieja presenta las siguientes fases:

- **PQCc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (634 ha).
- **PQCd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (68 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031202

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031202:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Ciudad Vieja
Símbolo		PQC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitrandic Haplustolls, familia esquelética-ceniza sobre pomácea, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Ciudad Vieja
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Terreno del Sr. Mario Zuleta
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 470378
		Latitud (Y): 1604866

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7874
	Línea de vuelo No.	226
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		1,569 msnm.
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinada
	Rango de la pendiente	12-25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	916 mm.
	Temperatura promedio anual	19 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
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	95 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café, maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, drenaje moderadamente excesivo, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		No hay
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		22-09-2009
PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**	
0 – 25 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco limosa; poca grava (5%), frecuente gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y ondulado.	



25 – 60 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; poca grava (10%), frecuente gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; 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 7.1 reacción neutra; límite abrupto y ondulado.
60 – 95 cm Ab	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arenoso franco y de laboratorio franco arenosa; poca grava (10%), frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, fina, débil; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; 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 7.4, reacción ligeramente alcalina; límite abrupto y ondulado.
95 – 120x cm 2C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente grava (20%), frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.6, reacción ligeramente alcalina.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031202:

Cuadro 4.148 Resultados de los análisis físicos del perfil 031202

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
0-25	0.88	1.62	40.38	11.76				2.79	32.37	13.31	45.68
25-60	1.00	1.35	33.62	12.36				6.33	16.39	9.53	25.93

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	8.97
25-60	6.03

Cuadro 4.149 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031202

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-25	31.98	60.49	7.53	FL	FA	25.00	6.9	1.40	2.66				13.82	7.08	Alta
25-60	63.95	32.81	3.24	FA	AF	35.00	7.1	0.98	1.86				10.58		
60-95	65.50	31.40	3.10	FA	AF	30.00	7.4	1.82	3.46				11.44		
95-120	65.13	31.74	3.13	FA	AF	40.00	7.6	0.50	0.95				10.47		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-25	8.89	10.00		10.00	8.46	1.11	0.35	0.08		95.18	12.49	3.96	0.91	
25-60	11.11	12.91		12.91	11.11	1.42	0.21	0.18		99.97	12.77	1.91	1.58	
60-95	11.11	14.96		14.96	12.69	1.95	0.13	0.18		114.24	17.59	1.15	1.64	
95-120	10.56	10.66		10.66	8.52	1.69	0.25	0.19		80.72	15.97	2.37	1.84	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	SAT	2.70	1.55	29.35	8.80	20.10			
25-60	SAT	2.45	1.55	26.35	10.95	20.80	0.47	0.82	
60-95	SAT	1.90	1.55	29.70	8.30				
95-120	SAT	4.80	0.70	95.50	6.40				

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

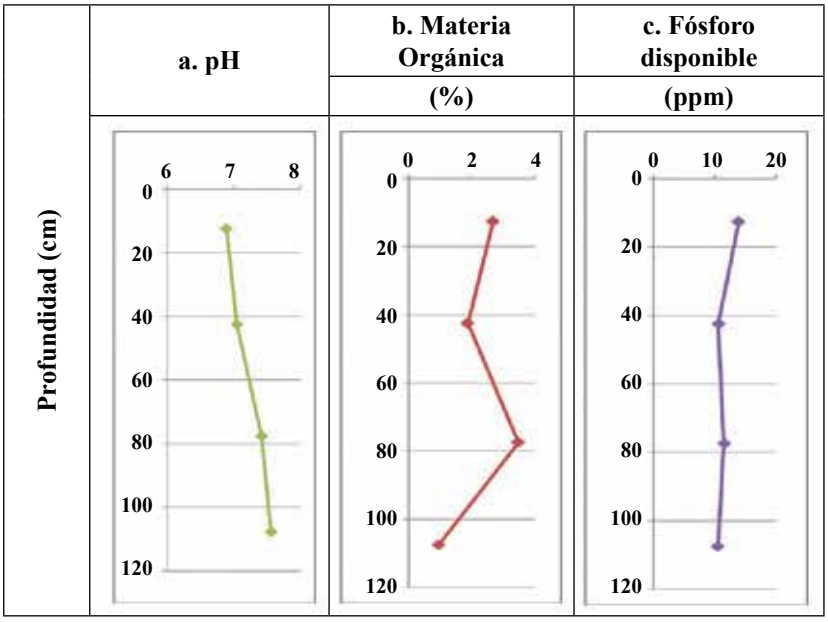


Figura 4.148 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031202

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.147 y la descripción del perfil, el suelo presenta una moderada evolución del tipo A – B – C y con un horizonte enterrado; donde el horizonte A corresponde a un Ap de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, con frecuente presencia de gravilla, estructura en gránulos finos y débiles, consistencia en húmedo muy friable. El horizonte Bw es de color pardo oscuro; textura arenosa franca, con poca presencia de grava y frecuente presencia de gravilla, estructura en bloques subangulares finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica. El horizonte enterrado Ab, es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arenosa franca, frecuente gravilla, estructura granular fina y débil, consistencia en húmedo suelta, el horizonte 2C es de color pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, frecuente gravilla, sin estructura.

Como se muestra en el Cuadro 4.149 y Figura 4.148, la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente alcalina incrementándose los valores de pH con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es baja en el horizonte Ap, y media en los demás horizontes del perfil. El contenido de materia orgánica es medio en los horizontes A y C, pero aumenta en el horizonte enterrado Ab; la saturación de bases es alta en todo el perfil.

Con respecto a los elementos mayores, el Calcio presenta altos valores, el Potasio, valores medios y el Magnesio presenta bajos valores en el primer horizonte y medio en los subsiguientes. El contenido de Fósforo disponible es bajo en todo el perfil, la retención fosfórica es baja. Con referencia a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre y Manganeso presentan valores medios, el Zinc presenta bajos valores. Según los análisis químicos y las variables utilizadas la fertilidad de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos suelos minerales son moderadamente profundos, presentan drenaje moderamente excesivo, con texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, presentan una alta saturación de bases, baja a media capacidad de intercambio de cationes, reacciones que van desde neutras a ligeramente alcalinas, ligera reacción al NaF, presentan una fertilidad química alta, erosión ligera a moderada, con frecuentes fragmentos de roca en el perfil. Presentan régimen de humedad ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. La temperatura edáfica está entre los 15 a 22 ºC.

Las principales limitantes de estos suelos presentan pendientes que van de moderadamente inclinadas (7-12%) a fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera y moderada, frecuentes fragmentos de roca dentro del perfil y poseen deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), son tierras de vocación agrícola con limitaciones por los fragmentos de roca en el perfil, por lo que son aptas para cultivos agrícolas pero con prácticas agrícolas menos intensivas.

Con el objetivo de disminuir la erosión hídrica, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos cuya intensidad debe incrementarse en la medida que aumente la pendiente. Las prácticas sugeridas son la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Estos suelos necesitan un laboreo mínimo para evitar la erosión eólica y necesitan barreras contravientos. Estas tierras necesitan un aporte constante de materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas y químicas por lo debe incorporarse los restos de cosecha, abonos verdes y adicionarse abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar Nitrógeno, Potasio y Fósforo. Respecto a elementos menores necesitan Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego en época seca, debido a sus texturas gruesas, se recomienda regar con menores volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas



Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase PQCc1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-3, son tierras de vocación agrícola y la fase PQCd1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-4, son tierras de vocación agrícola.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.3.6 Consociación Santiago Zamora (orden Molisol): Cumulic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica; perfil modal 031603; símbolo PQD

La Consociación Santiago Zamora se localiza en la Aldea San Lorenzo El Cubo del municipio de Ciudad Vieja y en la Aldea Santiago Zamora del municipio de Santa Catarina Barahona. Abarca una extensión de 261 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado subhúmedo" (Código Q), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 17.1 a 20.7 °C, un rango de precipitaciones entre 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual 19.2 °C, la precipitación anual media es de 856 mm y una altitud media de 1,524 msnm. Se ubica dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprecillo de comitán (*Juniperus comitana*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). Según la Figura 4.149 la cobertura actual es de agricultura (café bajo sombra).

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Arenosa franca Pardo muy oscuro pH 6.8	00		
A2 Arenosa franca Pardo grisáceo muy oscuro pH 7.0	30		
A3 Arenosa Gris muy oscuro pH 7.2	60		
A4 Arenosa Pardo Grisáceo oscuro pH 7.3	85		
	120x		

Figura 4.149 Perfil modal del Cumulic Haplustolls (031603) en paisaje de piedemonte hidro-volcánico (Fotos: D. López, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%), correspondientes al paisaje de piedemonte hidro-volcánico en tipo de relieve glacís y plano inclinado como forma de terreno.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Cumulic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica (PM 031603), en un 90%, el 10% restante, está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Santiago Zamora presenta las siguientes fases:

- **PQDb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (83 ha).
- **PQDc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (107 ha).
- **PQDd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (71 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031603

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031603:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santiago Zamora
Símbolo		PQD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	-
	Nombre	**Cumulic Haplustolls, familia arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Santa Catarina Barahona
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Parque Santiago Zamora, "La Laguna"
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 468110
		Latitud (Y): 1608295
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	7812
	Línea de vuelo No.	225
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,455 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente inclinada
	Rango de la pendiente	3-7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	884 mm.
	Temperatura promedio anual	19.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Moderadamente excesivo
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**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, drenaje moderadamente excesivo, frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		No hay
Describió		Dunia Gabriela López Menchú, Deysi Amarilis Yoc Pérez
Fecha de descripción		16-04-2010

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 30 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa franca; abundante gravilla (35%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, muy finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, medianos y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y plano.
30 – 60 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa franca; frecuente gravilla y grava (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares; finos y medios, moderados, consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, medios y gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
60 – 85 cm A3	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloque subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
85 – 120x cm A4	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio arenosa; poca gravilla (15%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finas y medias, débiles; consistencia en húmedo muy friable , en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal, no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031603:

Cuadro 4.150 Resultados de los análisis físicos del perfil 031603

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
0-30	0.89	1.48	74.58	18.64				10.81	29.90	9.96	39.86
30-60	1.17	1.30	60.56	16.67				7.94	7.25	2.75	10.00

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-30	7.83
30-60	8.73

Cuadro 4.151 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031603

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	77.10	16.22	6.67	AF	FA	35.00	6.8	1.65	2.97	0.26			18.36	8.41	Muy alta
30-60	82.94	10.82	6.23	AF	FAr	30.00	7.0	1.31	2.36	0.15			29.88		
60-90	89.64	6.37	3.99	A	FAr	20.00	7.2	1.11	1.99	0.12			37.14		
90-120	89.65	4.24	6.11	A	F	15.00	7.3	0.61	1.10	0.10			23.34		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-30	30.00	9.60	20.40	12.00	6.97	1.80	0.82	2.41		23.23	6.00	2.73	8.03	
30-60	15.00	12.09	2.91	14.73	9.38	2.23	0.46	2.66		62.53	14.87	3.07	17.73	
60-90	12.00	10.54	1.46	13.53	8.07	2.30	0.15	3.01		67.25	19.17	1.25	25.08	
90-120	11.50	10.41	1.09	13.24	7.59	2.45	0.34	2.86		66.00	21.30	2.96	24.87	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0-30	40.00	0.35	1.34	71.41	74.35	13.50
30-60	98.20	2.99	2.26	29.35	49.01	13.10
60-90	SAT	3.01	1.65	36.16	25.50	
90-120	SAT	3.39	0.65	36.44	22.65	

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

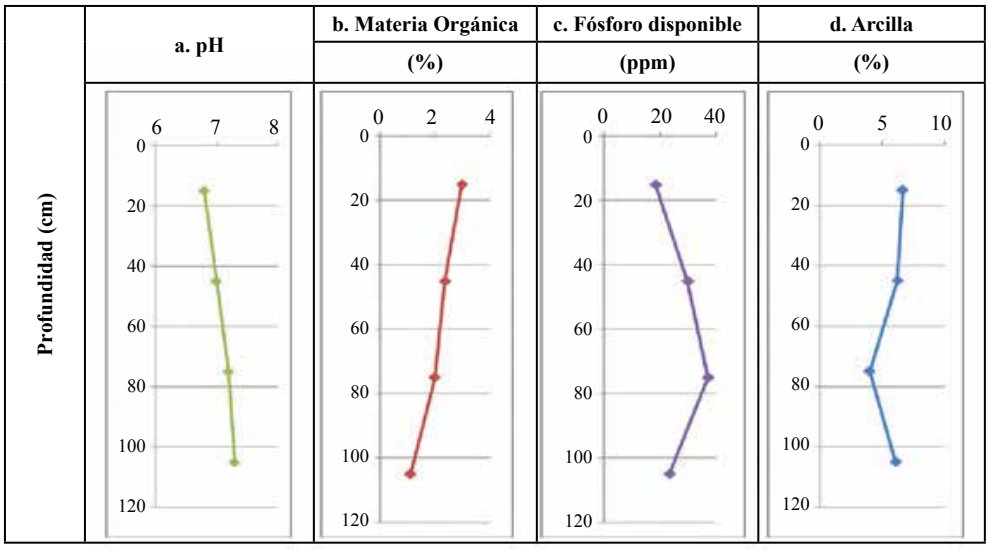


Figura 4.150 Características químicas y físicas en función de la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica; c. fósforo disponible y d. arcilla. PM 031603

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como se muestra en la Figura 4.149 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado con un horizonte A profundo; dicho horizonte está conformado por 4 subhorizontes de color pardo muy oscuro a pardo grisáceo oscuro, con texturas arenosas francas y arenosas, con frecuente gravilla, estructura en bloques subangulares muy finos, finos, medios y débiles, de consistencia en húmedo friable a muy friable. Según el Cuadro 4.150, la porosidad total es media en el horizonte A1 y baja en el horizonte A2, domina la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es muy baja.

De acuerdo con el Cuadro 4.151, el pH del suelo es neutro en todos los horizontes del perfil (Figura 4.150); la capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte y media en los demás; el contenido de materia orgánica es bajo en el perfil; la saturación de bases es media en el primero y alta en los demás horizontes.

Con respecto a los cationes, el Calcio se presenta en valores altos, el Magnesio presenta valores medios y el Potasio se presenta en niveles altos en los dos primeros horizontes, bajo en el tercero y medio en el cuarto horizonte. El contenido del Fósforo disponible es alto en todo el perfil, la retención fosfórica es baja. Respecto a los elementos menores el Hierro y Manganeso presentan valores altos, el Cobre y Zinc presenta valores bajos en el primero y valores medios en los demás horizontes, el Manganeso presenta valores bajos Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen la fertilidad del suelo como muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Los suelos son profundos, con drenaje moderadamente excesivo, de texturas gruesas, presentan media a alta saturación de bases y de alta a media capacidad de intercambio de cationes, reaccion neutra, posee una fertilidad química muy alta, con bajo contenido de materia orgánica y erosión ligera, la temperatura anual edáfica es isotérmica, la cual varía entre 15 a 22°C.

Las principales limitantes en estas tierras se deben a las pendientes, ya que varian de ligera a fuertemente inclinadas, con erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), moderadamente inclinadas (7-12%), y pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), son tierras de vocación agrícola, con limitaciones por los fragmentos de roca en el perfil, por lo que son aptas para cultivos agrícolas pero con prácticas agrícolas poco intensivas.

Con el objetivo de disminuir la erosión hídrica, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos que se deben incrementar su intensidad en la medida que se incremente la pendiente, algunas de las prácticas pueden ser: la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Estos suelos también necesitan un laboreo mínimo y cortinas contra vientos para evitar la erosión eólica.

Debido a los bajos valores de materia orgánica, es recomendable que se adicione materia orgánica incorporando restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos para mejorar sus condiciones físicas y químicas.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar Nitrógeno y Fósforo. Respecto a elementos menores necesitan Cobre y Zinc. Necesitan riego en época seca, debido a sus texturas moderadamente



gruesas, se recomienda regar con moderados volúmenes de agua y aplicaciones frecuentes.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases PQDb1 y PQDc1 pertenecen a la clase IV, subclase IVs y grupo de manejo IVs-3; la fase PQDd1 pertenece a la clase IV, subclase IVps y grupo de manejo IVps-4. Estas tierras son de vocación agrícola.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.3.7 Consociación Agua Blanca (orden Andisol): Typic Hapludands, familia medial, amórfica, isotérmica; perfil modal 031402; símbolo PHA

La Consociación Agua Blanca se encuentra a inmediaciones de los parajes El Almácigo, El Establito y La Carbonera del municipio de San Juan Alotenango; abarca una extensión de 528 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semicálido húmedo" (Código H), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 20.8 a 24.3 °C, un rango de precipitaciones entre 2,001 a 4,000 mm anuales y un rango de altitud de 600 a 1,000 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 20.7 °C, la precipitación anual media es de 3,024 mm y una altitud media de 898 msnm. Se ubica dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo subtropical (cálido) (bmh-S(c)), cuyas principales especies indicadoras son: corozo (*Scheelea preussii*), volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), mulato (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco o primavera (*Cibistax donnell-smithii*) y chaperno (*Andira inermis*). Según la Figura 4.151 el uso actual es agricultura (caña de azúcar).

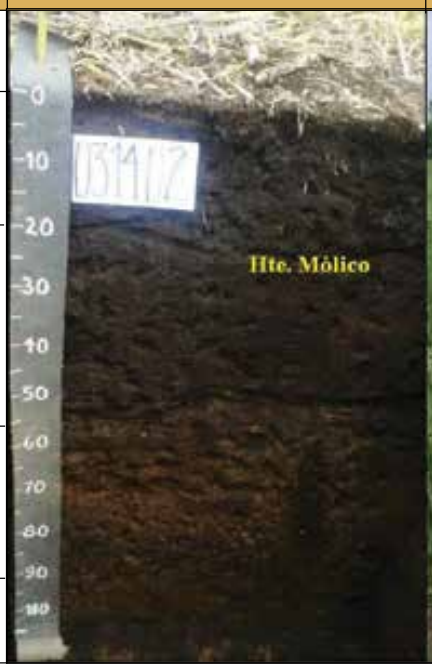
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
Ap Franco arenosa Pardo muy oscuro pH 6.0	00		
A2 Franca Gris muy oscuro pH 6.1	20		
C Franco arcillo arenosa Pardo oscuro pH 6.7	55		
	120x		

Figura 4.151 Perfil modal del Typic Hapludands (031402) en paisaje de piedemonte hidro-volcánico (Fotos: D. Yoc, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) correspondientes al paisaje piedemonte hidro-volcánico en relieve de abanico.

La unidad cartográfica está representada por un suelo modal Typic Hapludands, familia medial,amórfica, isotérmica (PM 031402), en un 80% (Figura 4.151) y suelos Fluventic Dystrudepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PI 031405) en un 20% de la superficie de la unidad.

La inclusión de la unidad corresponde a los suelos Fluventic Dystrudepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PI 031405). Se caracterizan por ser suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, medianamente fértiles, sin erosión, son medianamente productivos; su uso principal es ganadería y agricultura (ver detalles en el Anexo B).

La Consociación Agua Blanca presenta las siguientes fases:

- **PHAb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (11 ha).
- **PHAc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (517 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031402

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031402:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Agua Blanca
Símbolo		PHA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Hapludands, familia medial, amórfica, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Juan Alotenango
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	La Flor
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 465393
		Latitud (Y): 1593366
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4034
	Línea de vuelo No.	230
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		899 msnm.
Relieve	**Clase**	Ligeramente inclinada
	Rango de la pendiente	3-7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido húmedo
	Precipitación promedio anual	3,130 mm.
	Temperatura promedio anual	21 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados



Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	21.8°C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Medio a lento
	Natural	Bien drenado
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 superficial
	Profundidad	55 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura y ganadería
	Nombre de los cultivos	Caña de azúcar, pasto napier
	Limitante del uso	No hay
Vegetación natural		Guarumo
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		25-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF ni al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite claro e irregular.
20 – 55 cm A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca 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, medios, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro e irregular.
55 – 120x cm C	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3) y pardo oscuro a pardo (7.5YR4/6); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (10%) subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos, químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031402:

Cuadro 4.152 Resultados de los análisis físicos del perfil 031402

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	0.85	1.35	16.43	14.88				4.68	3.49	33.55	37.04
20-55	0.85	1.39	50.86	34.68				17.29	12.36	26.49	38.85

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	10.20
20-55	17.39

Cuadro 4.153 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031402

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	54.39	44.49	1.11	FA	FA	3.00	6.0	2.84	5.40				276.09	9.03	Muy alta
20-55	41.43	57.14	1.43	FL	F		6.1	4.52	8.59				15.05		
55-120	23.81	74.67	1.52	FL	FArA	10.00	6.7	4.22	8.02				N.D		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	21.11	17.70	3.41	17.70	14.13	2.84	0.63	0.11		66.92	13.44	2.97	0.52	
20-55	47.78	20.79	26.99	20.79	16.12	4.17	0.36	0.13		33.75	8.74	0.75	0.28	
55-120	53.89	14.75	39.14	14.75	7.40	7.05	0.15	0.14		13.73	13.09	0.28	0.26	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	83.85	7.95	104.00	102.55	23.75	11.30	1.30	1.00	2.92
20-55	43.52	0.45	14.95	99.60	21.40	32.00	4.80	2.30	1.80
55-120	27.37	0.45	0.55	N.D	34.70	81.60			

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

Cuadro 4.154 Resultados del análisis mineralógico del perfil 031402

Minerales presentes en la fracción arcilla	Profundidad (cm)	
	20-55	55-120
Material no cristalino	++++	++++
Feldespatos	_	Tr
Haloisita	_	_
Intergrados 2:1 – 2:2	_	_
Minerales presentes en la fracción arena	**Profundidad (cm)**	
	20-55	**55-120**
Feldespatos	70%	53%
Vidrio volcánico	2%	2%
Hornblenda	1%	Tr
Hiperstena	2%	7%



Diópsido	11%	26%
Magnetita	2%	8%
Hematita	tr	3%
Fragmentos de toba	12%	1%
Granos alterados	tr	_
Biotita	_	_
Lamprobolita	_	_
Cuarzo	_	_
Circón	_	

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	?

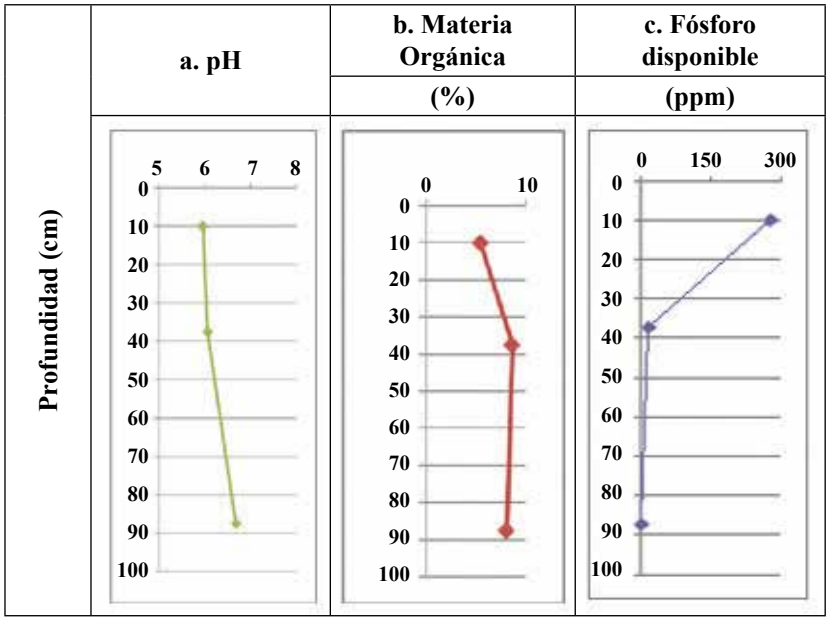


Figura 4.152 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031402

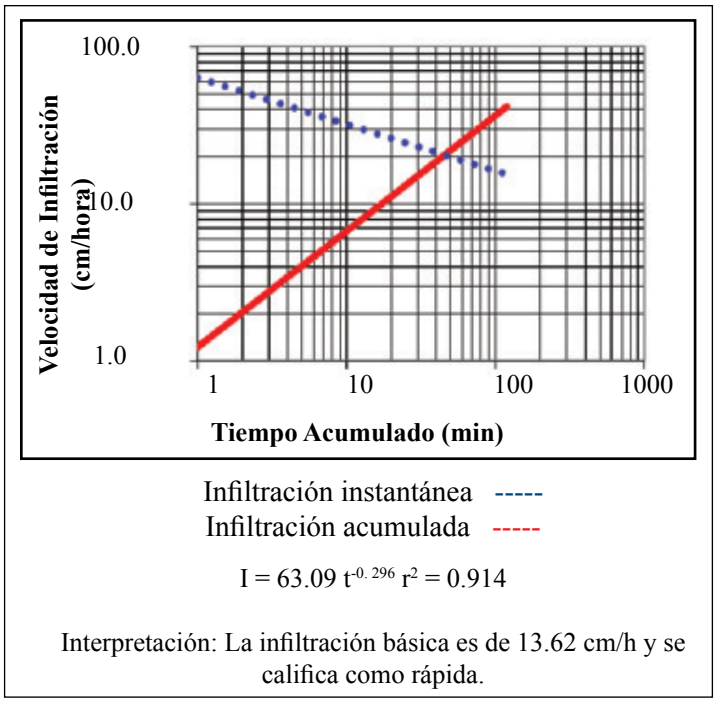


Figura 4.153 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "rápida" correspondiente a las pruebas realizadas para los suelos de la Consociación Agua Blanca. PM 031402

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.151 el suelo presenta un perfil de baja a mediana evolución genética, presenta una secuencia A-C; donde se observa que el horizonte A se subdivide en Ap y A2; el horizonte Ap es de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en gránulos finos y débiles, consistencia en húmedo muy friable; el horizonte A2 de color gris muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, finos, medios, moderados y consistencia en húmedo friable; el tercer horizonte es C de color pardo oscuro, textura arcillo arenosa, con poca presencia de gravilla, sin estructura (masivo). Como se observa en el Cuadro 4.152 la porosidad total es media, domina la microporosidad sobre la macroporosidad; la humedad aprovechable es baja en el perfil.

Según el Cuadro 4.153 y la Figura 4.152, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra, los valores de pH se incrementan con la profundidad; la capacidad de intercambio de cationes es alta en todo el perfil; el contenido de materia orgánica es alto en todos los horizontes; la saturación de bases es alta en el horizonte Ap, media en el horizonte A2 y baja en el horizonte C.

Respecto a los cationes, el Calcio presenta valores altos, el Magnesio presenta valores medios en el primer horizonte y altos en los demás, el Potasio presenta valores altos en el primer horizonte y se reduce en los demás; el contenido de Fósforo disponible es muy alto en el horizonte Ap, medio en el horizonte A2 y bajo en el C; la retención fosfórica es moderada. Los resultados de los análisis químicos y las variables utilizadas definen las condiciones químicas de fertilidad del suelo como muy alta.

En la fracción de arena predominan los feldespatos; los piroxenos son importantes y, en menor extensión magnetita, fragmentos de toba y vidrio volcánico. En la fracción arcilla están presentes los materiales

amorfos (alófanas), en correspondencia con los materiales parentales y con el grado evolutivo de los suelos (Cuadro 4.154).

Según la Figura 4.153 la infiltración del agua en el suelo se califica como rápida.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Estos suelos se desarrollan a partir de materiales piroclásticos, son moderadamente evolucionados, moderadamente superficiales, bien drenados, de texturas medias, alta capacidad de intercambio catiónico, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra, fertilidad química muy alta, erosión ligera, el régimen de temperatura anual edáfica es isotérmico (de 15 a 22°C).

Entre las limitantes se tienen las pendientes inclinadas, pocos fragmentos de roca en el perfil y erosión ligera.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%) son tierras de vocación agrícola con presencia de fragmentos de roca en el perfil, por lo que son aptas para cultivos agrícolas pero con prácticas agrícolas poco intensivas.

Con el objetivo de disminuir la erosión hídrica, es necesario aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos cuya intensidad debe incrementarse con la pendiente, algunas de las prácticas son: la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, el establecimiento de barreras vivas y muertas. Estos suelos también necesitan un laboreo mínimo y cortinas contra vientos para evitar la erosión eólica.

Aunque presentan altos valores de materia orgánica en el perfil, es recomendable agregar materia orgánica, para ello se recomienda incorporar restos de cosecha, abonos verdes y agregar abonos orgánicos para mantener sus condiciones físicas y químicas.

Con respecto a la fertilización química es necesario agregar Nitrógeno, Potasio y Fósforo. Debido a la retención fosfórica moderada que posee, se recomienda la aplicación de fertilizantes fosfóricos poco solubles, cercanos al área radicular y aplicarlos en forma frecuente. Respecto a los elementos menores necesitan la incorporación de Cobre. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase PHAb1 pertenece a la clase III, subclase III s, grupo de manejo III s-1. La fase PHAc1 pertenece a la clase III, subclase III ps, grupo de manejo III ps-1, ambas fases son de vocación agrícola.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.3.8 Grupo Indiferenciado Toledo (ordenes Molisol y Entisol): Vitrandic Hapludolls, familia medial sobre fragmental, isotérmica; perfil modal 031404 y Vitrandic Udorthents, familia fragmental, isotérmica; perfil modal 031403; símbolo PHB

El Grupo Indiferenciado Toledo se encuentra a inmediaciones de la granja Toledo del municipio de San Juan Alotenango; abarca una extensión de 55 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semicalido húmedo" (Código H), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 20.8 a 24.3 °C, un rango de precipitaciones entre 2,001 a 4,000 mm anuales y un rango de altitud de 600 a 1,000 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 20.8 °C, la precipitación anual media es de 3,128 mm y una altitud media de 833 msnm. Dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada Bosque muy húmedo subtropical (cálido) (bmh-S(c)), cuyas principales especies indicadoras son: corozo (*Scheelea preussii*), volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), mulato (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco o primavera (*Cibistax donnell-smithii*) y chaperno (*Andira inermis*). Según la Figura 4.154 la cobertura vegetal es bosque natural.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tetras, pómez y lodo), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y moderadamente escarpadas (50- 75%) correspondientes al paisaje de piedemonte hidro-volcánico en un relieve de abanico y como forma del terreno escarpe de abanico.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Vitrandic Hapludolls, familia medial sobre fragmental, isotérmica (PM 031404) en un 60% y Vitrandic Udorthents, familia fragmental, isotérmica (PM 031403) en un 40% del total del área.

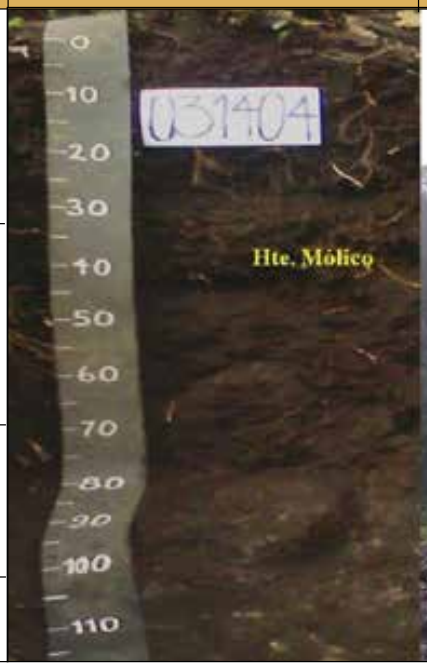
Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A1 Franco arenosa Pardo muy oscuro pH 6.7	00		
A2 Franco arcillo arenosa Gris muy oscuro pH 6.9	40		
C Fragmentos de roca	80		
	120x		

Figura 4.154 Perfil modal del Vitrandic Hapludolls (031404) en paisaje de piedemonte hidro-volcánico. (Fotos: O. Hernández, 2009)

Los suelos Vitrandic Udorthents, familia fragmental, isotérmica (PM 031403), son muy superficiales, excesivamente drenados, con texturas moderadamente gruesas, baja a alta saturación de bases, baja capacidad de intercambio de cationes, bajo contenido de materia orgánica en todo el perfil, reacción moderadamente ácida a neutra, fertilidad natural media, erosión severa, pendientes fuertemente inclinadas.

Presentan una secuencia de horizontes poco evolucionados A-C, el horizonte A de color gris muy oscuro, textura franco arenosa, frecuente piedra (30%), poca gravilla (10%) y abundante grava (50%); estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; el horizonte C1 de color pardo grisáceo muy oscuro; textura arenosa con abundante piedra (60%) y frecuente gravilla (30%); sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; el horizonte C2 de color gris oscuro; textura arenosa; abundante piedra (55%) y abundante gravilla (40%); sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica. Estos suelos están cubiertos por bosques mixtos. Información adicional se encuentra en el Anexo B.

El Grupo Indiferenciado Toledo, presenta las siguientes fases:

- **PHBdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (7 ha).
- **PHBdp3:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión severa (18 ha).
- **PHBfp3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), abundante pedregosidad superficial, erosión severa (30 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031404

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031404:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Toledo
Símbolo		PHB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Hapludolls, familia medial sobre fragmental, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Juan Alotenango
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Granja Toledo
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 465209
		Latitud (Y): 1593770
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4034
	Línea de vuelo No.	230
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Escarpe de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras pómez y lodo)



Altitud		925 msnm
Relieve	**Clase**	Fuertemente inclinada
	Rango de la pendiente	22-25%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido húmedo
	Precipitación promedio anual	3,113 mm.
	Temperatura promedio anual	20 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	21.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Poca
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	80 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60% y pendiente ligeramente escarpada
Uso	**Actual**	Bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Drenaje moderadamente excesivo, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Guarumo
Describió		Deysi Amarilis Yoc Pérez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		25-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	**DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**
0 – 40 cm A1	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y plano.
40 – 80 cm A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente cascajo (30%) subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas y muertas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra, límite, abrupto y ondulado.
80 – 120x cm C	Fragmentos de roca 95%.



B). |Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031404:

Cuadro 4.155 Resultados de los análisis físicos del perfil 031404

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
0-40	1.00	1.24	25.45	23.53				13.27	1.48	18.07	19.55
40-80	0.73	1.26	33.14	28.95				15.31	5.32	36.74	42.06

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-40	10.26
40-80	13.64

Cuadro 4.156 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031404

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-40	44.34	48.94	6.72	FA	FA		6.7	5.30	10.07				0.86	7.66	Alta
40-80	61.56	26.26	12.2	FA	FArA	30.00	6.9	5.42	10.30				0.32		
80-120						95.00									

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-40	18.89	18.24	0.65	18.24	17.11	0.93	0.12	0.09		90.58	4.90	0.61	0.48	
40-80	44.44	24.57	19.87	24.57	22.54	1.85	0.06	0.12		50.72	4.16	0.14	0.27	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-40	96.57	0.40	7.05	8.60	20.25				3.11
40-80	55.29	0.10	1.05	1.95	8.15				2.21

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

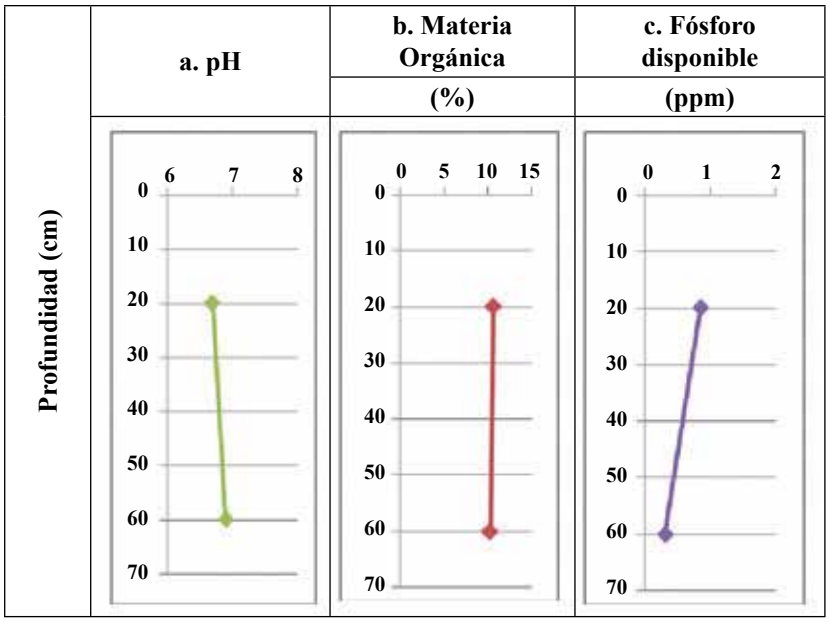


Figura 4.155 Características químicas según la profundidad del suelo: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031404

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Según la Figura 4.154 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil poco evolucionado del tipo A1-A2-C; donde se observa un horizonte A1 de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en gránulos, finos y débiles, consistencia en húmedo muy friable; el horizonte A2, de color gris muy oscuro, de textura franco arcillo arenosa, estructura granular frecuente cascajo, consistencia en húmedo suelta. El tercer horizonte es C, conformado por fragmentos de roca en más del 90%. De acuerdo con el Cuadro 4.155 la porosidad total varía de baja en el primer horizonte a media en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable presenta bajos valores.

Según el Cuadro 4.156 y la Figura 4.155 la reacción es neutra; la capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte y alta en el segundo, el contenido de materia orgánica es alto en todos los horizontes; la saturación de bases es alta en todo el perfil.

Respecto a los cationes, el Calcio presenta valores altos, el Magnesio es bajo en el primer horizonte y medio en el segundo, el Potasio presenta valores bajos, el contenido de Fósforo disponible es bajo. Con relación a los micronutrientes el Manganeso es alto en el primer horizonte y medio en el segundo, el Zinc es alto en el primero y bajo en el segundo horizonte, el Cobre y el Hierro son bajos. Según los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad química de los suelos es alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con horizontes superficiales gruesos y oscuros, moderadamente profundos, con drenaje moderadamente excesivo, con texturas medias, alta saturación de bases, de media a alta capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, posee fertilidad química alta, erosión ligera y severa, con

pedregosidad superficial y fragmentos en el perfil, la temperatura anual edáfica es isotérmica (varía entre 15 y 22 °C).

Las limitantes son: pendientes fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas, erosión ligera y severa, poca pedregosidad superficial y frecuentes fragmentos de roca en el perfil.

La fase de suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), frecuentes fragmentos de roca en el perfil y erosión ligera, tiene vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas silvopastoriles. La fase de suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión severa, así como la fase de suelos con pendiente moderadamente escarpada (50-75%) y erosión severa, tienen vocación forestal, por lo que son aptas para el establecimiento de plantaciones forestales y/o manejo productivo del bosque natural.

En las tierras de vocación agroforestal, se recomienda la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas, muertas y establecer terrazas individuales por planta. Para minimizar la erosión eólica se recomienda establecer barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar 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 deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea y evitando el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

El bosque debe ser utilizado por medio de un plan de manejo, las plantaciones forestales bajo manejo, requerirán medidas de conservación de suelos como plantar al contorno siguiendo las curvas de nivel, e incluso terrazas individuales por planta. Es importante contar con un plan de control de incendios forestales para las actividades forestales.

Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y las propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno, Potasio y Fósforo. En función de la rentabilidad de los cultivos, se debe fertilizar con elementos menores, en ese caso se recomienda aplicar Cobre y Hierro. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio para esta unidad la fase PHBdp1 pertenece a la clase VI y subclase VI, grupo de manejo VI s-1, estas tierras tienen vocación agroforestal y silvopastoril. La fase PHBdp3 pertenece a la clase VII y subclase VIIe, grupo de manejo VII e-1 y la fase PHBfp3, a la clase VII y subclase VII pe, grupo de manejo VII pe-1, ambas fases son de vocación forestal.



Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.

4.2.3.9 Consociación Monte María (orden Molisol): Andic Hapludolls, familia medial sobre esquelética - arenosa, isotérmica; perfil modal 031401; símbolo PHC

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones de la finca Monte María del municipio de San Juan Alotenango; abarca una extensión de 12 hectáreas.

Según Thorntwaite (MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semicálido húmedo" (Código H), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales de 20.8 a 24.3 °C, un rango de precipitaciones entre 2,001 a 4,000 mm anuales y un rango de altitudes de 600 a 1,000 msnm. Los polígonos de los suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 21.3 °C, la precipitación anual media es de 3,152 mm y una altitud media de 734 msnm. Dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-S(c)), cuyas principales especies indicadoras son: corozo (*Scheelea preussii*), volador (*Terminalia oblonga*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), mulato (*Triplaris melaenodendrum*), palo blanco o primavera (*Cibistax donnell-smithii*) y chaperno (*Andira inermis*). Según la Figura 4.156 la cobertura vegetal son matorrales.

Horizontes maestros	Prof. cm.	Perfil	Paisaje
A Franca Pardo muy oscuro pH 6.8	00		
Bw Franco arcillosa Pardo oscuro pH 7.0	20		
C Arenosa Negro pH 67	55		
	120x		



Figura 4.156 Perfil modal del Andic Hapludolls (031401) en paisaje de piedemonte hidro-volcánico (Fotos: C. García, 2009)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al paisaje piedemonte hidro-volcánico en un tipo de relieve de vallecito.

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal, Andic Hapludolls, familia medial sobre esquelética-arenosa, isotérmica (PM 031401), en un 90% (Figura 4.156), el 10% restante de la superficie de la unidad está ocupado por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Monte María presenta la siguiente fase:

- **PHCc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (12 ha).

A). Descripción del perfil modal No 031401

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 031401:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Monte María
Símbolo		PHC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Hapludolls, familia medial sobre esquelética - arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	San Juan Alotenango
	Aldea	Ubicada a 200 metros de la Represa en finca Monte María.
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Monte María
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 465929
		Latitud (Y): 1591181
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4035
	Línea de vuelo No.	230
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Plano aluvio – coluvial
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales
Altitud		726 msnm.
Relieve	**Clase**	Moderadamente inclinada
	Rango de la pendiente	7-12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido húmedo
	Precipitación promedio anual	3,142 mm.
	Temperatura promedio anual	21 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	22.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Lento
	Natural	Bien drenado
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 superficial
	Profundidad	55 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca > 60% por volumen
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo



Vegetación natural	Guarumo, mano de león
Describió	César David García Sic
Fecha de descripción	25-09-2009

PROFUNDIDAD Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES
0 – 20 cm A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (3%), poca gravilla (10%), poca grava (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; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
20 – 55 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca piedra (5%), frecuente gravilla (15%), poca grava (5%), 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, finos, irregulares, continuos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite claro y ondulado.
55 – 120x cm C	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo arenosa y de laboratorio franco limosa; abundante piedra (60%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 031401:

Cuadro 4.157 Resultados de los análisis físicos del perfil 031401

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	0.96	1.09	77.24	30.28				14.29	7.25	4.68	11.93
20-55	0.90	1.28	48.94	23.60				14.81	15.37	14.31	29.69

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	16.00
20-55	8.78

Cuadro 4.158 Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 031401

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Labora-torio	Campo	%	1:1	%	%	%	*	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	66.04	30.91	3.05	FA	F	18.00	6.8	4.76	9.04				5.02	8.52	Muy alta
20-55	39.57	56.30	4.14	FL	FAr	25.00	7.0	1.94	3.69				0.22		
55-120	36.45	56.82	6.73	FL	A	60.00	6.7	0.04	0.07				56.60		

Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-20	38.01	27.39	10.62	27.39	20.82	5.78	0.72	0.08		54.76	15.20	1.90	0.20	
20-55	26.83	16.63	10.20	16.63	10.60	5.08	0.86	0.10		39.49	18.93	3.20	0.37	
55-120	1.11	0.83	0.28	0.83	0.55	0.19	0.04	0.06		49.47	16.68	3.87	5.09	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	72.06	N.D	18.85	3.75	2.40	17.60			
20-55	61.99	0.35	6.60	4.00	37.70	25.80			
55-120	75.11	1.45	0.25	85.95	6.20	18.00			

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{+}+Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

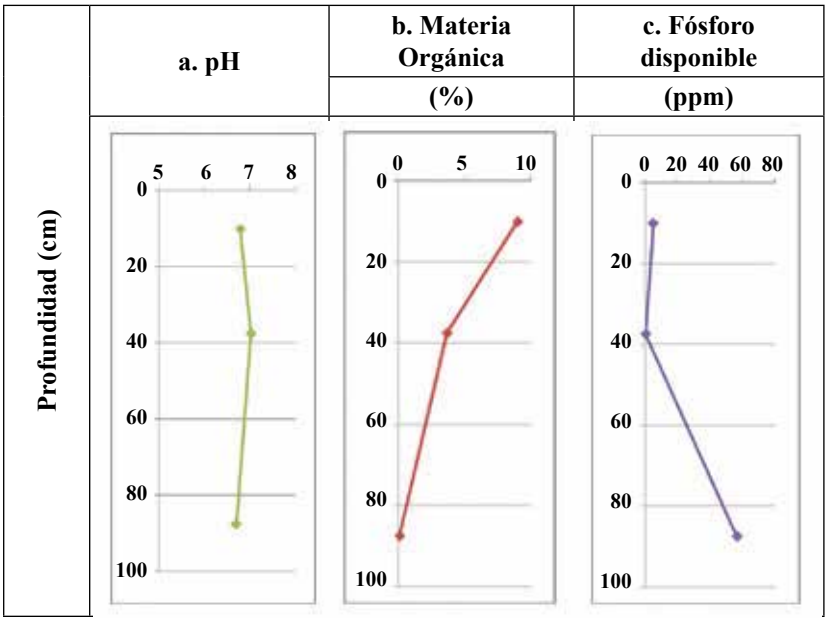


Figura 4.157 Características químicas según la profundidad de los suelos: a. pH; b. materia orgánica y c. fósforo disponible. PM 031401

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Según la Figura 4.156 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A – B – C; donde el horizonte A es de color pardo muy oscuro, textura franca, con pocos fragmentos de roca en el perfil, estructura en bloques subangulares finos, medios, moderados y consistencia en húmedo friable. El segundo horizonte es un Bw, de color pardo oscuro, textura franco arcillosa, pocos fragmentos de roca en el perfil, estructura en bloques subangulares medios, gruesos, moderados y consistencia en húmedo friable. El tercer horizonte es un C de color negro, textura arenosa, abundantes fragmentos de roca en el perfil, sin estructura (grano suelto). Como se observa en el Cuadro 4.157 la porosidad total es baja en el perfil domina la macroporosidad sobre la microporosidad; la humedad aprovechable es baja en el horizonte A y muy baja en el horizonte B.

Según el Cuadro 4.158 y la Figura 4.157 la reacción del suelo es neutra; la capacidad de intercambio de cationes es alta en los horizontes A y B y baja en el horizonte C; el contenido de materia orgánica es alto en el horizonte A, medio en el horizonte B y bajo en C; la saturación de bases es alta en todo el perfil. Con respecto a los cationes el Calcio, Magnesio y Potasio presentan valores altos en los dos primeros horizontes y bajos en el tercero; el contenido de Fósforo disponible es bajo en los horizontes A y B y alto en el C, la retención fosfórica es baja. La fertilidad química de los suelos es muy alta.

D). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo del suelo

Suelos minerales con horizontes superficiales gruesos y oscuros, bien drenados, de texturas medias sobre gruesas, con alta saturación de base y de alta a baja capacidad de intercambio catiónico, presentan reacción neutra, muy alta fertilidad química y con erosión ligera, la temperatura edáfica es isotérmica (temperaturas anuales ntre 15 y 22 ºC).

Las limitantes son: abundantes fragmentos de roca en el perfil, pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y erosión ligera. Tienen vocación agroforestal y silvopastoril.

Para evitar la erosión hídrica y escorrentía, deben establecerse fuertes prácticas de manejo: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración; se recomienda establecer terrazas individuales por planta y barreras contravientos. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar 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 deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y las propiedades químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con referencia a la fertilización química es necesario agregar especialmente Nitrógeno y Fósforo. En función de la rentabilidad de los cultivos, se podría fertilizar con elementos menores, en ese caso debe aplicarse Cobre y Hierro. En forma general la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase PHCc1 pertenece a la clase VI, subclase VIs y grupo de manejo VI s-1, son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una, por favor diríjase al Capítulo V 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.



4.2.4 Áreas de No Suelos: Hacen parte de ellas las Tierras de Ceniza (TC), Canteras (DC), Depósitos de Cauce (DC), las cuales se describen a continuación:

4.2.4.1 Tierras de ceniza (TC)



Figura 4.158 Cono del Volcán de Fuego con el crater cubierto de neblina

Esta unidad cartográfica, se ubica en los cráteres y conos de los volcanes de Acatenango y Fuego, acupa un área de 405 ha (Foto 4.158).

Se ubica en el tipo de relieve estrato volcán de montaña volcano-erosional, en pendientes escarpadas. Los climas son extremadamente frio húmedo, muy frio húmedo, frio húmedo, y semifrío húmedo con rangos de temperatura de 10 a 15.5 °C, precipitaciones de 1,116 a 1998 mm y altitudes comprendidas entre 1169 y 1,900 msnm.

Está constituida por lava solidificada y materiales piroclásticos como bombas, lapilli y ceniza volcánica, los cuales han sido expulsados como consecuencia de las explosiones volcánicas y depositados en grandes mantos. Los conos son más empinados cerca del borde superior donde caen los bloques mayores. Las partículas más finas como las cenizas volcánicas caen a mayor distancia del orificio de salida y dan lugar a faldas de pendientes más suaves, alrededor del cono. El volcán de Fuego permanece constantemente en actividad, presenta lavas y restos de materiales hasta la mitad de su edificio volcánico, mientras que el volcán de Acatenango muestra estos materiales solo en la parte superior y el resto está cubierto por suelos incipientes y vegetación dispersa.

Pertenece a la clase VIII, subclase VIIIpes y grupo de manejo VIIIpes-1, posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, por lo que deben conservarse sin intervención antrópica.

4.2.4.2 Canteras (CN)

Se encuentran canteras donde se extrae arena volcánica para la construcción, un ejemplo de ello se presenta en la Figura 4.160. Las áreas de canteras se encuentran sobre la margen derecha de la vía que

de Antigua Guatemala conduce a Escuintla cerca del sitio Arqueológico Aguatepeque, en el municipio de Alotenango; asimimismo, se ha ubicado otras unidades de cantera entre la Finca Tres Reyes y la Granja Aragonesa en el municipio de San Lucas. Posee un área de 19 ha.



Figura 4.160. En la fotografía se aprecia un área de cantera, la cual se localiza sobre el margen izquierdo de la carretera que del departamento de Escuintla conduce a la Ciudad de Antigua Guatemala, municipio de Alotenango (Ortofoto: UPGGR-MAGA, 2006).

Estas áreas se encuentra en relieves de abanicos y filas y vigas de montaña volcano-erosional, el clima según Thornthwaite (UPGGR – MAGA, 2009) varía entre templado húmedo (B) a templado subhúmedo (Q), con rangos de temperatura ambiental entre 17.1 y 20.7 °C, precipitaciones comprendidas entre 601 a 2,000 mm., altitudes que varían entre 1,000 a 1,800 m.s.n.m.

Esta unidad pertenece a la clase VIII, subclase VIIIpes y grupo de manejo VIIIpes-1. En los alrededores debe propiciarse la regeneración natural en las áreas deforestadas; 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.

4.2.4.3 Depósitos de cauce (DC)

Se ubican en los lechos del río Guacalate, con un área de 223 hectáreas. Los depósitos de cauce o de lecho de río están formados por cantos rodados, gravas y arenas (Figura 4.159), provenientes del río que por su volumen, peso y tamaño solo son arrastrados o movidos a trechos durante las crecidas; poseen una baja proporción de sedimentos finos (arenas finas y limos).



Figura 4.159 Depósitos de cauce del río Guacalate, con predominio de cantos rodados, arenas y cascajos entre otros (Foto: C. García, 2009)

Estas áreas se encuentra en los paisajes montaña volcano-erosional y piedemonte hidro-volcánico; el clima según Thornthwaite (UPGGR – MAGA, 2009) varía entre templado húmedo (B) a semicálido húmedo (h), con rangos de temperatura ambiental entre 17.1 y 24.3 °C, precipitaciones comprendidas entre 1001 a 4,000 mm., altitudes variantes entre 600 a 1,800 m.s.n.m.

Esta unidad pertenece a la clase VIII, subclase VIIIpes y grupo de manejo VIIIpes-1, posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, por lo que deben conservarse sin intervención antrópica.

4.3 BIBLIOGRAFIA

CRUZ, J.R. DE LA. 1983. Clasificación de las Zonas de Vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. Guatemala, 42 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION –MAGA-. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI-IGAC. 2010. Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Chimaltenango, Guatemala. Tomos I y II. Guatemala, diciembre del 2010. 969 p.más anexos

_____**. 2009.** Mapa de Clasificación Climática de la República de Guatemala, a escala 1:50,000, adaptado del Sistema Thornthwaite. Memoria Técnica, inédito. Guatemala. 195 p.

_____**. 2006.** Proyecto Obtención de Imágenes Digitales a Escala de Detalle de la República de Guatemala, con resolución de 0.4 metros y escala aproximada de 1:20,000, 2006. MAGA, UPGGR. 18 p. más anexos.

CAPÍTULO 5

CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO



Capítulo 5: CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO

En el presente capítulo se aplica la información edafológica proveniente del levantamiento de suelos, interpretándola de tal manera que se genera una herramienta práctica para la planificación y el desarrollo productivo del departamento de Sacatepéquez.

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 a Colombia que ha realizado el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2002, 2007 y 2010). Este sistema permite agrupar las diferentes unidades de suelos en grupos que tienen las mismas clases y grados de limitaciones y que responden en forma similar a los mismos tratamientos. Esta agrupación se basa en los efectos combinados del clima y de las características de los suelos, en cuanto a limitaciones para el 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. La clasificación determina el uso más adecuado de las tierras teniendo en cuenta únicamente los aspectos biofísicos relacionados con este recurso 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 y nivel de vida de los campesinos y las políticas agropecuarias (IGAC, 2007).

El levantamiento de suelos se llevó a cabo a escala 1:50,000 (semidetalle). La clasificación taxonómica se realizó hasta la categoría de "familia". Las unidades cartográficas cumplieron los requisitos de la "consociación y los grupos indiferenciados", éstas se constituyeron en las unidades de tierras y como tales fueron evaluadas.

El sistema de clasificación utilizado se compone de tres categorías (IGAC, 2010):

- **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.

- **Subclases:** Es una categoría del sistema de clasificación por capacidad de uso, que especifica en las clases II al VIII, uno o más factores limitantes generales y específicos para la unidad cartográfica de suelos, es decir que la subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitaciones.

- **Grupo de manejo:** Reúne tierras que tienen el mismo grado y número de limitaciones específicas comunes dentro de una misma subclase, por ejemplo: tipo de drenaje, inundaciones, profundidad efectiva, texturas, fragmentos gruesos en el suelo, permeabilidad, pH, salinidad, saturación de aluminio, clima edáfico; de acuerdo con estas limitaciones y sus grados de afectación, sugieren las respectivas recomendaciones.

Las clases por capacidad de uso agrupan suelos que presentan similitud en el grado relativo de limitaciones y/o riesgos en cuanto al deterioro de los mismos al ser utilizados en el proceso de producción. Las

clases son ocho, se nombran con letras romanas (I a la VIII). Las limitaciones para la producción se incrementan al subir de clase hasta llegar a la clase VIII que es la clase de protección y conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

Las clases con vocación agrícola son las primeras cuatro (I, II, III y IV), son arables (con limitaciones crecientes de la primera a la cuarta clase), tienen aptitud para la producción de cultivos intensivos (hasta la clase III) y para la ganadería intensiva y semiintensiva. La clase IV posee mayores limitaciones que obligan a incrementar las medidas de conservación de suelos y limitan el tipo de cultivos, orientándose (aunque no en forma exclusiva) hacia los cultivos permanentes que protegen de mejor forma el suelo.

La clase V, es una clase con limitaciones tan severas respecto a condiciones de encharcamiento, pedregosidad y otros factores que no se puede utilizar en el proceso de producción. Clase V es una clase de conservación de los recursos naturales que podría revertirse a una clase productiva solo si se realizan fuertes inversiones.

La clase VI posee limitaciones severas por pendientes elevadas y otros factores que restringen su utilización a cultivos de cobertura permanente en sistemas agroforestales, necesitan fuertes medidas de conservación de suelos. Asimismo, es posible utilizarlas en sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).

Clase VII: poseen limitaciones muy severas por pendientes elevadas y otros factores que restringen su utilización a sistemas forestales y producción, necesitan muy fuertes medidas de conservación de suelos.

La clase VIII posee tal grado de limitaciones que no se puede utilizar en la producción agropecuaria y forestal y debe dedicarse a la protección y conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

Con respecto a 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. Las limitaciones son: gradientes de la pendiente (símbolo "p"); limitaciones por la erosión actual y/o susceptibilidad a la erosión (símbolo "e"); limitaciones por excesos de humedad, mal drenaje, inundaciones y encharcamientos (símbolo "h"); limitaciones derivadas del suelo, como escasas profundidades efectivas, texturas extremas, fragmentos de roca en el perfil, pedregosidad superficial y limitaciones de fertilidad (símbolo "s"); limitaciones de clima como temperaturas muy bajas y exceso o déficit de lluvias (símbolo "c"). Se pueden presentar solas o en combinación de factores y se designan con letras minúsculas.

Los grupos de manejo se indican con números arábigos, los cuales se asignan dentro de una subclase de acuerdo con las divisiones específica presentadas y que ameritan uso y prácticas de manejo diferentes.



Se presenta un ejemplo de la nomenclatura utilizada:

Grupo de Manejo IIpec-3: significa que ciertas fases de las unidades de suelos presentan limitaciones que las clasifican en la clase II y se identifican los factores limitantes que definen las subclases por pendiente, erosión y clima; asimismo el número arábigo indica la existencia de tres grupos de manejo con diferentes grados de limitación referidos a los factores pendiente, erosión y clima.

Pendientes de las fases es de 3-7%, la erosión es ligera y el clima edáfico (presentan deficientes precipitaciones en un semestre del año).

En la Figura 5.1 se presenta una síntesis gráfica de la capacidad de uso y manejo de las tierras y en la Figura 5.2 se presenta el mapa de capacidad de uso del departamento de Sacatepéquez, respectivamente.

CLASES POR CAPACIDAD DE USO Y MANEJO DE LAS TIERRAS



II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Estos suelos tienen ligeras limitaciones que implican cuidadosas prácticas de manejo para obtener una buena producción; son aptas para la agricultura y ganadería intensiva.	Los suelos de esta clase tienen moderadas limitaciones y restricciones de uso que reducen la cantidad de cultivos a realizarse, así como el establecimiento de prácticas de manejo por cultivo. Aptas para la agricultura y ganadería intensiva	Los suelos de esta clase tienen limitaciones severas que restringen la cantidad y tipo de cultivos. El uso agrícola implica cuidadosas prácticas de manejo. Aptas para la agricultura y ganadería semi-intensiva	Los suelos de esta clase tienen limitaciones severas por drenaje y otros factores que restringen la agricultura.	Los suelos de esta clase tienen limitaciones muy severas que restringen la selección de plantas. El uso de estas tierras requiere cuidadosas prácticas de manejo. Aptas para actividades agroforestales y silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).	Los suelos de esta clase tienen muy severas limitaciones para la agricultura y limitan su uso exclusivamente para actividades forestales (plantaciones y/o manejo bosques naturales).	Los suelos tienen limitaciones extremas y no reúnen condiciones para establecer cultivos. Su uso es para la conservación de recursos naturales, recursos hídricos y protección a la biodiversidad.

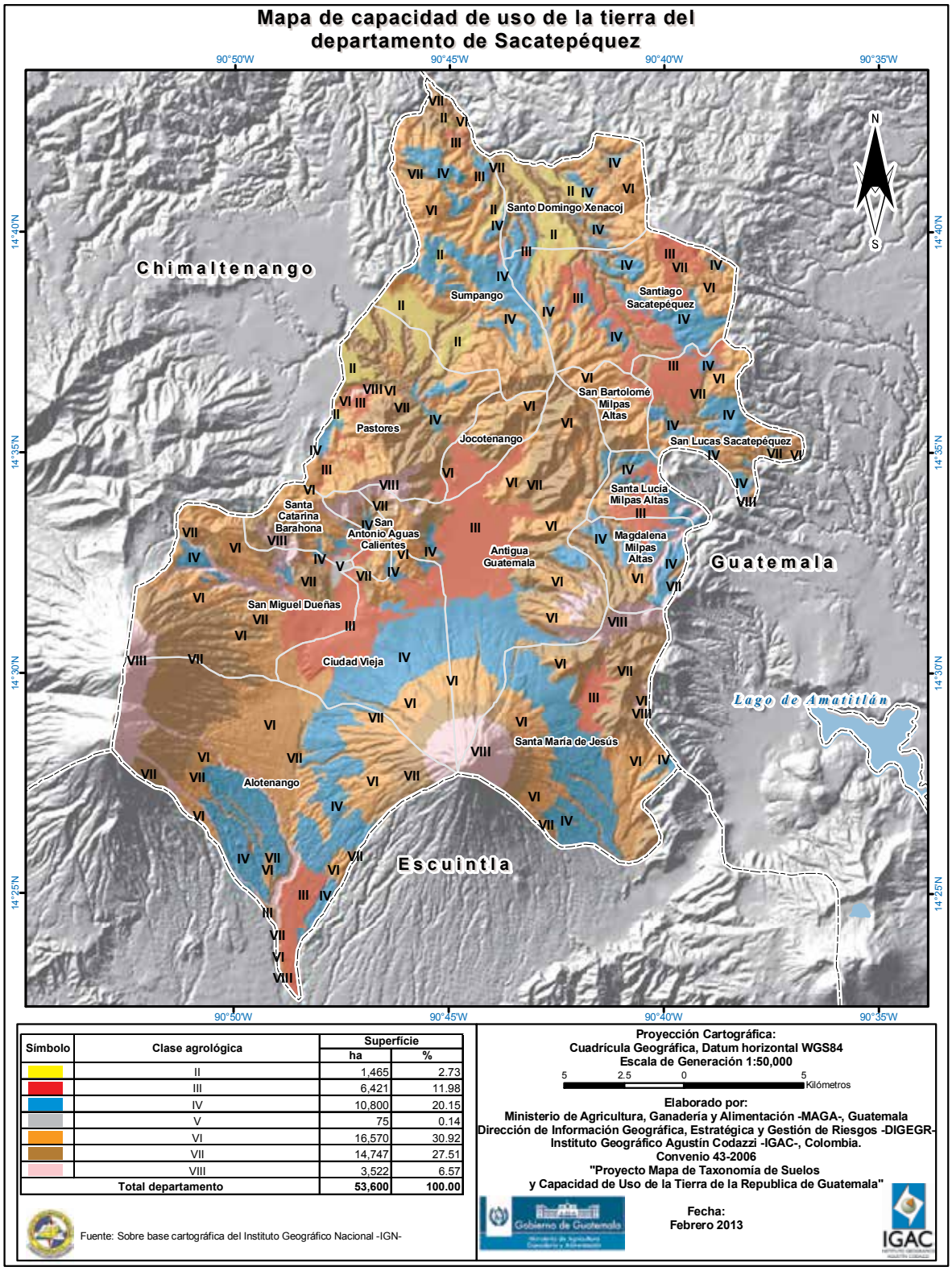
LIMITACIONES Y PRÁCTICAS DE MANEJO

POCAS **MUCHAS**

USO

Agrícola Pecuario	Agrícola	Agrícola Pecuario	Conservación	Agroforestal Silvopastoril	Forestal productor	Forestal protector Conservación, recuperación y protección de recursos naturales y biodiversidad
PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE QUE OCUPA CADA CLASE EN EL DEPARTAMENTO						
2.73%	**11.98%**	**20.15%**	**0.14%**	**30.92%**	**27.51%**	**6.57%**

Figura 5.1 Síntesis gráfica de la clasificación por capacidad de uso y manejo de las tierras del departamento de Sacatepéquez



Símbolo	Clase agrológica	Superficie	
		ha	%
	II	1,465	2.73
	III	6,421	11.98
	IV	10,800	20.15
	V	75	0.14
	VI	16,570	30.92
	VII	14,747	27.51
	VIII	3,522	6.57
Total departamento		53,600	100.00

Fuente: Sobre base cartográfica del Instituto Geográfico Nacional -IGN-

Proyección Cartográfica:
Cuadrícula Geográfica, Datum horizontal WGS84
Escala de Generación 1:50,000

5 2.5 0 5 Kilómetros

Elaborado por:
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, Guatemala
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, Colombia.
Convenio 43-2006
"Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos
y Capacidad de Uso de la Tierra de la Republica de Guatemala"

Fecha:
Febrero 2013

Figura 5.2 Mapa de Clasificación de tierras por su capacidad de uso, departamento de Sacatepéquez

En el Cuadro 5.1, se presenta la leyenda del mapa de capacidad de uso de las tierras del departamento de Sacatepéquez.

Cuadro 5.1 Leyenda del mapa de capacidad de uso de las tierras del departamento de Sacatepéquez

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
2	2ec	2ec-1	**ANBa1** **ANCa1**	Clima semifrío subhúmedo (N), pendientes ligeramente planas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido, fertilidad media, erosión ligera.	Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima semifrío, los principales son: maíz, fríjol. Hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales, espárragos acelga, apio, berro, brócoli, ajo, zanahoria, tomate, chile. Plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Otros cultivos posibles son: persimón, mora, aguacate, fresa y macadamia. Ganadería intensiva.	Realizar conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel y barreras vivas. Reducir la erosión eólica con cortinas rompevientos. Implementar laboreo mínimo para conservar estructura del horizonte A; variar la profundidad de laboreo para evitar la formación del piso de arado. Aplicar materia orgánica: incorporar restos de cosecha y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo en fase ANBa1, N-P en la fase restante, dosis según análisis en finca. Regar altos volúmenes de agua espaciados en el tiempo por aspersión o goteo. En ganadería intensiva utilizar razas genéticamente mejoradas, establecer pastos mejorados, adecuada carga animal/área; evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**694**
	2pec	2pec-1	**MQFb1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH moderadamente ácido, fertilidad alta, erosión ligera.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, los principales son: maíz, frijol; hortalizas (arveja china, minivegetales, ejote francés, brócoli, tomate, chile, cebollas, lechuga y otros). Otros cultivos posibles son: persimón, aguacate, macadamia. Ganadería intensiva.	Realizar conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel y barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Utilizar labranza mínima. Incorporar materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis según finca. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos liberación lenta, cerca de raíces. Regar utilizando altos volúmenes de agua espaciados en el tiempo, por goteo o aspersión. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, utilizar; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	**6**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
2	2pes	2pes-1	**ANBb1** **ASCb1** **MSOb1** **MSPb1**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos y moderadamente profundos, drenaje bueno y moderado, texturas medias, alta saturación de bases, media y alta capacidad de intercambio de cationes, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad alta y media, erosión ligera.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, pocos fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima semifrío, los principales son: maíz, frijol. Hortalizas: acelga, zanahoria, brócoli, espárragos, berro, apio, ajo, tomate y chile; fresa. Otros cultivos posibles son: mora, persimón, nísperos, macadamia y aguacate. Ganadería intensiva.	Realizar conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel, barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Utilizar labranza mínima por la presencia de fragmentos de roca. Incorporar materia orgánica como los restos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes. Agregar Nitrógeno y Fósforo, salvo en fase ANBb1 que requiere NPK, dosis según análisis en finca Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	**765**
3	3p	3p-1	**MSPc1**	Clima semifrío húmedo (S), pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos, drenaje bueno, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH moderadamente ácido, fertilidad alta, erosión ligera.	Pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima semifrío, los principales cultivos son: maíz, frijol. Hortalizas como acelga, apio, ajo, berro, brócoli, tomate y chile fresa. Ornamentales,: hoja de cuero y otros. Asimismo: aguacate, persimón, macadamia, mora. Ganadería intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Laboreo liviano para no afectar la estructura. Incorporar materia orgánica, utilizando abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis en finca. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En ganadería semiintensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, utilizar; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	**45**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
3	3s	**3s-1**	**PHAb1**	Clima semicálido húmedo (H), pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido, muy alta fertilidad, erosión ligera.	Suelos moderadamente superficiales, erosión ligera.	Agricultura intensiva con cultivos de clima semicálido, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol), caña de azúcar, caña para panela. Otros cultivos posibles hule, cítricos y té. Ganadería intensiva.	Fuertes prácticas conservación de suelos para disminuir erosión hídrica: siembra siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para evitar erosión eólica. Utilizar laboreo mínimo por suelos moderadamente superficiales, no dejar suelo desnudo. Agregar materia orgánica, mediante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos. Aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, dosis según análisis locales. Debido a la moderada retención fosfórica aplicar fertilizantes fosfóricos liberación lenta, cercanos al área radicular. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal; evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**11**
	3s	**3s-2**	**ANFb1** **ASBb1** **PSAb1**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderado y bueno, texturas finas y medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio catiónico baja y alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad alta y muy alta, erosión ligera.	Texturas finas (en algunas áreas) y pocos fragmentos de roca en el perfil, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año	Agricultura intensiva con cultivos de clima semifrío, los principales cultivos son granos básicos (maíz, frijol), Hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli. apio, berro, nabo, puerro, zanahoria, repollo, lechuga, espárragos, alcachofa, tomate, chile. Otros cultivos posibles: aguacate, mora, persimón, níspero, arándanos, pera, melocotón. Ganadería intensiva.	Implementar fuertes prácticas conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica: siembra de cultivos en contorno, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para evitar erosión eólica. Laboreo muy liviano por fragmentos de roca en el suelo y no afectar estructura del horizonte A. Incorporar materia orgánica utilizando los restos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis en finca. Debido a la moderada retención fosfórica aplicar fertilizantes fosforados liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	1,747





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
3	3s	3s-3	**PQAa1** **PQAb1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligeramente planas a ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderado, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, fertilidad alta, erosión ligera.	Pocos fragmentos gruesos de roca en el perfil, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, los principales son: granos básicos (maíz-frijol). Hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales apio, espárrago, ajo, chile, tomate. Café bajo sombra. Otros cultivos posibles son: plantas ornamentales: (flores de corte y follaje) hoja de cuero, ave del paraíso. Aguacate, persimón, macadamia y níspero. Ganadería intensiva.	Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para reducir el efecto de erosión eólica. Utilizar laboreo mínimo por los fragmentos presentes en el suelo y no afectar estructura del horizonte A Incorporar materia orgánica: abonos orgánicos y restos de cosecha. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis locales. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En la ganadería deben utilizarse pastos mejorados, moderada carga animal por área, utilizar razas genéticamente mejoradas; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	**3,110**
	3ps	3ps-1	**PHAc1**	Clima semicálido húmedo (H), pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido, muy alta fertilidad, erosión ligera.	Pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente superficiales y erosión ligera.	Agricultura intensiva con cultivos de clima semicálido, los principales cultivos son: granos básico (maíz-frijol), caña de azúcar; otros cultivos posibles son: café bajo sombra, cítricos y hule. Ganadería intensiva.	Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos: siembra de cultivos al contorno, barreras vivas y muertas. Para reducir erosión eólica establecer barreras rompevientos. Implementar laboreo mínimo para mantener la estructura del suelo y por la presencia de material compactado a los 55 centímetros. No dejar el suelo descubierto para evitar la escorrentía. Aplicar materia orgánica como los restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, dosis según análisis locales. Por la moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Ganadería: utilizar razas genéticamente mejoradas, pastos mejorados, moderada carga animal por área, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	**517**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
3	3ps	3ps-2	**ASAc1** **ASBc1** **MNJc1** **MSMc1**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos y moderadamente profundos, drenaje moderado y bueno, texturas finas y medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio catiónico media y alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad media, alta y muy alta, erosión ligera.	Pendientes moderadamente inclinadas, texturas finas en algunas áreas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva, con cultivos de clima semifrío, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol). Hortalizas: arveja china, ejote francés, acelga, brócoli, espárragos, puerro, coles, alcachofas fresa. Otros cultivos posibles: aguacate hass, mora, persimón, arándanos, níspero, ciruelas, plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Ganadería intensiva.	Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para reducir erosión hídrica: siembra de cultivos al contorno, barreras vivas y muertas; disminuir erosión eólica con barreras contravientos. Implementar laboreo mínimo para mantener la estructura del suelo. Incorporar materia orgánica: restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos, para mantener la fertilidad del suelo y mejorar el movimiento del agua en las áreas con texturas finas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, exceptuando la fase MSMc1 que requiere NPK, dosis según análisis locales. Donde existe moderada fijación fosfórica, (ASAc1 y ASBc1) utilizar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de la zona radicular. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En la ganadería utilizar razas genéticamente mejoradas; pastos mejorados, moderada carga animal por área, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**712**
		3ps-3	**PQAc1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderado, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, fertilidad alta, erosión ligera, pocos fragmentos de roca en el perfil.	Pendientes moderadamente inclinadas, pocos fragmentos en el perfil, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz-frijol). s. Hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales, puerros, coles, cilantro, espárragos, tomate y chile. Café bajo sombra y macadamia. Otros cultivos posibles: aguacate hass, persimón, níspero, plantas ornamentales (hoja de cuero, ave del paraíso, otros). Ganadería intensiva.	Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: siembra de cultivos al contorno, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos contra erosión eólica. Laboreo mínimo debido a la presencia de fragmentos de roca y para no destruir la estructura del horizonte A. Incorporar materia orgánica mediante la aplicación de abonos orgánicos y restos de cosecha. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En la ganadería utilizar razas genéticamente mejoradas, pastos mejorados, moderada carga animal por área, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**279**



CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
4	4p	4p-1	**ASAd1 MNGd1 MNJd1 MSCd1 MSId1**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos y profundos, drenaje moderado y bueno, texturas moderadamente finas y moderadamente gruesas, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio catiónico media y alta, pH ligeramente ácido y neutro, fertilidad alta y muy alta, erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima semifrío, los principales cultivos son: granos básicos (maíz-frijol). Hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales, lechuga, coliflor, brócoli, remolacha, zanahoria, apio, espinaca, haba, berro, espárragos, tomate y chile. Otros cultivos posibles son: aguacate, persimón, mora, melocotón, arándano, plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Ganadería semi-intensiva..	Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: sembrar al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Implementar laboreo mínimo. Para mantener la fertilidad del suelo incorporar materia orgánica como abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno y Fósforo salvo la fase MNGd1 (necesita NPK), dosis según análisis locales. En áreas con moderada retención fosfórica (fases ASAd1 y MNGd1) aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo En la ganadería utilizar pastos mejorados, con planes de manejo, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**2,622**
		4p-2	**MQFd1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido, fertilidad alta, erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz-frijol). Hortalizas: zanahoria, repollo, lechuga, cebolla, ajo, alcachofa. Otros cultivos posibles: aguacate hass, persimón, macadamia. Ganadería semi-intensiva.	Establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Laboreo mínimo y cuidar que suelo tanga una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y las propiedades de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo con base en análisis locales en finca. Por la moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Regar por aspersión o goteo con altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En la ganadería utilizar planes de manejo que incluyan siembra de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	**102**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
4	4s	4s-1	**MSKc1** **MNLb1**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes ligeramente inclinadas y moderadamente inclinadas, suelos superficiales y profundos, drenaje moderado, texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, pH moderadamente ácido y neutro, fertilidad alta, erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca en el perfil.	Profundidad efectiva superficial en algunas áreas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil, en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima semifrío, con especies como: granos básicos (maíz-frijol). Hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales, espárrago, fresa, coles, brócoli, tomates, chiles, cebolla, lechuga, otros. Otros cultivos posibles: mora y arándanos, frutales deciduos (melocotón y ciruela). Ganadería semi-intensiva.	Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos contra erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Laboreo mínimo debido a los fragmentos presentes en el suelo y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: siembra de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**112**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
4	4s	4s-2	**MQGb1** **MQGc1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligera y moderadamente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio catiónico, pH ligeramente ácido, fertilidad alta, erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca en el perfil.	Frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima templado: granos básicos (maíz-frijol). Hortalizas: espárragos, alcachofa, tomate, chile, lechuga, zanahoria, ajo, fresas otros. Otros cultivos posibles son: persimón, aguacate hass, plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Ganadería semi-intensiva.	Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica: siembra al contorno y establecer barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a la presencia de fragmentos de roca en el perfil. Incorporar materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas: abonos orgánicos, abonos verdes e incorporar restos de cosecha. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, con base en análisis locales. Regar por aspersión o goteo con volúmenes medios y aplicaciones frecuentes. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**139**
	4s	4s-3	**PQCc1** **PQDb1** **PQDc1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligeramente inclinadas y moderadamente inclinadas, suelos profundos y moderadamente profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas y gruesas, alta saturación de bases, baja y alta capacidad de intercambio catiónico, pH neutro, fertilidad alta y muy alta, erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca en el perfil.	Drenaje moderadamente excesivo, frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima templado: granos básicos (maíz-frijol); arveja china, ejote francés, minivegetales. Hortalizas: tomate, chile, zanahoria, lechuga, remolacha, espárragos. Ornamentales. Otros usos posibles son: café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, persimón Ganadería semi-intensiva.	Establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Establecer cortinas contravientos para evitar la erosión eólica. Utilizar un laboreo mínimo por los fragmentos de roca en el perfil. Incorporar materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas y químicas: incorporar restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno y Fósforo (en la fase PQCc1 aplicar NPK) con dosis basadas en análisis locales. En la época seca debe aplicarse riego por aspersión o goteo, en las con texturas gruesas aplicar volúmenes medios y aplicaciones frecuentes; en las texturas medias aplicar laminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**824**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
4	4pe	4pe-1	**ASAd2** **MNJd2**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos y profundos, drenaje moderado y bueno, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido y neutro, fertilidad alta y muy alta, erosión moderada.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima semifrío, los principales cultivos son: granos básicos (maíz-frijol). Hortalizas: ejote francés, arveja china, minivegetales lechuga, coles, zanahoria, espárragos, chile, tomate, cebolla, repollos y alcachofas. Otros cultivos posibles: mora, frutales deciduos (melocotón, pera), persimón, arándanos, aguacate hass. Ganadería semi-intensiva.	Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: siembra al contorno, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras rompevientos para minimizar la erosión eólica. Debe cuidarse que suelo tenga a mínima exposición a las gotas de lluvia para evitar la escorrentía. Para mejorar las condiciones físicas y químicas debe adicionar materia orgánica: restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis dependen de los análisis en finca. Debido a la moderada fijación fosfórica reportada en la fase ASAd2, adicionar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Regar utilizando mayores volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por aspersión o por goteo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan la siembra de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**547**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
4	4ps	4ps-1	**MHAd1**	Clima semicálido húmedo (H), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio media, pH ligeramente ácido, fertilidad alta, erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca.	Pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil.	Agricultura con cultivos de clima semicálido, los principales son: granos básicos (maíz-frijol), plantaciones de hule, cítricos. Otros usos posibles son: caña de azúcar para panela, café de bajura bajo sombra. Ganadería semi-intensiva.	Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Minimizar la erosión eólica por medio del establecimiento de barreras rompevientos. No se pueden mecanizar, debido a los fragmentos presentes en el perfil del suelo. Debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y las propiedades químicas de los suelos adicionando abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**456**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
4	4ps	4ps-2	**MBAd1 MBAdp1 MBCd1**	Clima templado húmedo (B), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas sobre gruesas, saturación de bases media y baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, fertilidad media y alta, erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca en el perfil.	Pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial (en algunas áreas).	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz-frijol. Hortalizas: tomate, chile, zanahoria, otros. Café bajo sombra, macadamia. Otros usos posibles son: aguacate hass, persimón, níspero, plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Ganadería semi-intensiva.	Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Establecer barreras contravientos para minimizar la erosión eólica. No se pueden mecanizar por los fragmentos presentes en el perfil y por la pedregosidad superficial en algunas áreas. Mantener una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia y escorrentía. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. En la fase MBCd1 aplicar Nitrógeno y Fósforo, en las fases MBAd1 y MBAdp1 aplicar NPK, dosis con base en análisis locales. Debido a la moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos al área radicular. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**2,808**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
4	4ps	4ps-3	**MSKd1** **MSDd1** **MSJd1** **MSLd1**	Clima semifrío húmedo (S), pendientes fuertemente inclinadas, suelos superficiales, moderadamente profundos y profundos, drenaje moderado y bueno, texturas medias, baja y alta saturación de bases, capacidad de intercambio catiónico media, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad alta, erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas, suelos superficiales en algunas áreas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima semifrío: granos básicos (maíz-frijol). Hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales, coles, lechuga, repollos, brócolis, zanahoria, chiles, tomate, alcachofas, espárragos, ajo. Otros cultivos posibles: aguacate hass, persimón, mora, arándanos, melocotón, nísperos, ciruelas. Ganadería semi-intensiva.	Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos para reducir el efecto de la erosión eólica. No se pueden mecanizar debido a la presencia de fragmentos de roca en el perfil, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Mantener la cobertura vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, salvo en la fase MSDd1 que requiere NPK, dosis con base en análisis locales. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo	**1,480**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
4	4ps	4ps-4	**MQAdp1 MQGd1 PQCd1 PQDd1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos y profundos, bien drenados a moderadamente excesivos, texturas moderadamente gruesas a gruesas, alta saturación de bases, baja a alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido y neutro, fertilidad alta y muy alta, erosión ligera, frecuentes fragmentos de roca en el perfil.	Pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial (en algunas áreas), drenaje moderadamente excesivo (en algunas áreas) y deficientes precipitaciones en un semestre de año.	Agricultura con cultivos de clima templado como granos básicos (maíz-frijol). Hortalizas: ejote francés, arveja china, arveja dulce, ajo, espárrago, tomate y chile. Otros cultivos posibles son: café bajo sombra, aguacate hass, macadamia, persimón. Ganadería semi-intensiva.	Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos. No pueden mecanizarse por los fragmentos de roca en el perfil y pedregosidad superficial en algunas áreas. Incorporar materia orgánica para mantener su fertilidad y mejorar su estructura y drenaje (especialmente en las áreas con texturas gruesas). En las fases MQADp1 y PQCd1 aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, en las demás fases aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Regar con menores caudales y aplicaciones frecuentes, bien sea por aspersión o por goteo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**1,498**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
4	4pes	4pes-1	**MSDd2 MSKd2 MNId2**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos y superficiales, drenaje bueno y moderado, texturas moderadamente finas y moderadamente gruesas, alta saturación de bases, capacidad de intercambio catiónico media y alta, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad alta, erosión moderada.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil (en algunas áreas), profundidad efectiva superficial (en algunas áreas) y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima semifrío, los principales son: granos básicos (maíz-frijol). Hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales. haba, zanahoria, espárragos, repollos, lechugas, chile, tomate. Otros cultivos posibles: café bajo sombra, mora y macadamia. Ganadería semi-intensiva.	Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Laboreo muy liviano por suelos superficiales y fragmentos de roca en el perfil. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo y en la fase MSDd2 aplicar NPK, dosis con base en análisis locales. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**212**
5	5hsc	5hsc-1	**PQBaz**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligeramente planas, suelos muy superficiales, drenaje pobre, texturas moderadamente finas, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, fertilidad muy alta, sin erosión.	Drenaje pobre, profundidad efectiva muy superficial, régimen de humedad del suelo ácuico y frecuentes encharcamientos.	Conservación de la cobertura vegetal en un ecosistema inundado. Conservación de los recursos naturales.	No son aptas para actividades agrícolas y tienen vocación para la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales, debe restringirse las prácticas agrícolas y ganaderas, mantener la vegetación natural.	**75**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6p	6p-1	**MBAe1** **MBAep1** **MBCe1**	Clima templado húmedo (B), pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas finas, baja a media saturación de bases, alta capacidad de intercambio catiónico, pH ligeramente ácido, fertilidad media y alta, erosión ligera.	Pendientes ligeramente escarpadas. Texturas finas (arcillosas) y frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil.	Sistemas agroforestales con cultivos de clima templado, los cultivos principales son: café bajo sombra, macadamia. Otros usos posibles: plantas ornamentales (flore de corte y follaje); aguacate hass, persimón, nísperos. Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).	Establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, establecer terrazas individuales. Para evitar erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Estas tierras no se pueden mecanizar y se debe cuidar que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura, las propiedades químicas de los suelos y el movimiento del agua en las áreas con texturas finas; adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. En la fase MBCe1 aplicar Nitrógeno y Fósforo, en las demás aplicar NPK, dosis en función de análisis locales. Por la moderada retención fosfórica aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a la raíz. Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, sin sobre pastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones se puede establecer arveja china, ejote francés, minivegetales, acelgas, berros, brócolis, coles, tomate, chile y otros cultivos.	**1,117**



CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6p	6p-2	**MJBep1**	Clima frio húmedo (J) y frío subhúmedo (F), pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente profundos y profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural alta, erosión ligera.	Pendientes ligeramente escarpadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima frío, tales como: mora, arándanos, frutales deciduos (melocotón, ciruela, pera y manzana). Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).	Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso terrazas individuales por planta. Establecer cortinas rompevientos para la erosión eólica. No pueden mecanizarse y debe procurarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia, mantener la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas de los suelos, con abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosechas. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Por la moderada retención de fósforo reportada para la fase MJBep1, aplicar fertilizantes fosforados, de liberación lenta y cercana a la raíz. Regar con altos volúmenes y espaciados en el tiempo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, incluyendo pastos mejorados y con una moderada carga animal por hectárea para evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en esas condiciones se puede plantar papa, alcachofa, brócolis, repollo, coles y otros cultivos hortícolas.	**476**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6p	6p-3	**ANAe1** **ASAe1** **MNAe1** **MNBe1** **MNCe1** **MNDe1** **MNDe2** **MNEe1** **MNFe1** **MNGe1** **MNHe1** **MNHe2** **MNIe1** **MNJe1** **MSBe1** **MSCe1** **MSDe1** **MSEe1** **MSGep1** **MSHe1** **MSIe1** **MSIe2** **MSJe1** **MSKe1** **MSLe1**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente superficiales a profundos, drenaje moderado, bueno, moderadamente excesivo y excesivo, texturas medias, baja, media y alta saturación de bases, media y alta capacidad de intercambio de cationes, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad media, alta y muy alta; erosión ligera y moderada.	Pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada (en algunas áreas), mediana pedregosidad superficial (en algunas áreas), frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima semifrío: café bajo sombra y macadamia; frutales deciduos: (melocotón, manzana, pera, ciruela) otras especies: aguacate hass, mora, arándanos, persimón y nísperos. Plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).	Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: terrazas individuales para los árboles, siembra al contorno, barreras vivas, muertas y la construcción de acequias de ladera. Establecer barreras rompevientos por la erosión eólica. No pueden mecanizarse y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia, especialmente en áreas con erosión moderada. Incorporar materia orgánica a través de la siembra e incorporación de abonos verdes, restos de cosechas y abono orgánico para mejorar sus condiciones físicas y químicas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo (las fases MNCe1 y MSDe1 requieren NPK), dosis basadas en análisis locales. En las áreas en las que se reporta moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca del área radicular. Regar con altos volúmenes y espaciados en el tiempo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, incluyendo pastos mejorados y con una moderada carga animal por hectárea para evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, ajo, apio, zanahoria, lechuga, remolacha, tomate, chile, habas, brócoli y otros cultivos hortícolas.	**10,167**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6p	6p-4	**MQBe1 MQBe2 MQCe1 MQDe1 MQFe1 MQGe1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente superficiales y profundos, drenaje bueno moderado y excesivo, texturas muy finas y moderadamente gruesas, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio catiónico media y alta, pH ligeramente ácido a moderadamente ácido, fertilidad media a alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes ligeramente escarpadas. Erosión moderada (en algunas áreas), suelos superficiales (en algunas áreas), las texturas muy finas (arcillosas) en algunas áreas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima templado: café bajo sombra y macadamia; otras especies: aguacate hass, persimón y nísperos. Plantas ornamentales bajo invernadero (flores de corte y follaje). Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal.).	Establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar y se debe evitar la exposición a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia y escorrentía, en las áreas con erosión moderada mantener la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar estructura y propiedades químicas de los suelos: adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo. Las dosis según análisis en finca. Las fases MQDe1 y MQFe1, con moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca del área radicular. Aplicar riego, los volúmenes e intervalos depende de las texturas de los suelos. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, incluyendo pastos mejorados y con una moderada carga animal por hectárea para evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, tomate, chile y otros cultivos hortícolas	**1,440**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6s	6s-1	**MHAdp1** **PHBdp1** **PHCc1**	Clima semicálido húmedo (H), pendientes moderada y fuertemente inclinadas, suelos moderadamente superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas medias, media y alta saturación de bases, media y alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido y neutro, alta y muy alta fertilidad, erosión ligera, abundantes fragmentos de roca en el perfil.	Abundantes fragmentos de roca en el perfil y pedregosidad superficial (en algunas áreas).	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima semicálido: hule con pueraria; caña de azúcar para panela. Otras especies: cítricos. Plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Café de bajura bajo sombra. Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal.)	Muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas (utilizar las piedras superficiales), acequias de ladera y pozos de infiltración, terrazas individuales por planta. Barreras contravientos para reducir la erosión eólica. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y las propiedades químicas de los suelos: adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, (en la fase PHBdp1 aplicar NPK), las dosis deben calcularse con base en análisis en finca. Las actividades silvopastoriles realizarlas en forma extensiva, con pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobre pastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.	**60**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6s	6s-2	**MJCd1**	Clima frío húmedo (J), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio media, pH neutro, fertilidad natural muy alta, erosión ligera.	Abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo y texturas esqueléticas.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima frío: frutales deciduos (manzana, pera, melocotón, ciruela) otros cultivos: mora, arándanos, frambuesa. Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).	Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, muertas y terrazas individuales. Establecer cortinas rompevientos contra erosión eólica. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Incorporar materia orgánica como restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos, con esto se mejoran las características físicas y químicas del suelo. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis con base en análisis en finca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobre pastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente; asimismo, es indispensable para sembrar hortalizas como la papa, coles, repollos, brócoli, apio, espinaca y otras especies hortícolas.	**130**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6s	6s-3	**MBBd1**	Clima templado húmedo (B), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas gruesas, alta saturación de bases, baja capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, fertilidad alta, erosión ligera.	Abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo y texturas gruesas.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima templado: café bajo sombra, pacayas, macadamia; otros cultivos: plantas ornamentales (flores de corte y follaje). **Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).**	Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer cortinas rompevientos contra erosión eólica. 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. Debe aplicar fuentes de Nitrógeno, Potasio y Fósforo, las dosis con base en análisis en finca. Regar por goteo o aspersión, utilizando bajos volúmenes de agua en intervalos cortos en el tiempo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo. **Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.**	**341**



CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6s	6s-4	**PBAb1 PBAbp1 PBAcp1 PBAdp1 PBAdp2 PBAc1 PBAc2**	Clima templado húmedo (B), pendientes de ligera a fuertemente inclinadas, suelos superficiales, bien drenados, texturas medias, media saturación de bases, media capacidad de intercambio catiónico, pH neutro, fertilidad media, erosión ligera y moderada.	Suelos superficiales, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil y mediana pedregosidad superficial (en algunas áreas).	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima templado: café bajo sombra, pacayas, macadamia; otros cultivos: aguacate hass, nísperos. Plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal.	Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, muertas (utilizar las piedras superficiales), acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Cortinas rompevientos para minimizar erosión eólica. 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. Aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, la dosis según análisis en finca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, incluyendo pastos mejorados y con una moderada carga animal por hectárea para evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, espárragos, tomate, chile y otros cultivos hortícolas	**2,007**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6ps	6ps-1	**MBBe1** **MBEe1**	Clima templado húmedo (B), pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente profundos, drenaje bueno y excesivo, texturas gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes baja y alta, pH neutro, fertilidad alta, erosión ligera, abundantes fragmentos de roca en el perfil.	Pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil y pedregosidad superficial (en algunas áreas).	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima templado: café bajo sombra, pacayas, macadamia; otros cultivos: aguacate hass, nísperos. Plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).	Muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración, terrazas individuales. Barreras contravientos por la erosión eólica. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; utilizando fuentes como abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis según análisis locales. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, espárragos, tomate, chile y otros cultivos hortícolas	**628**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
6	6ps	6ps-2	**MSAe MSAe1 MNIep1**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes ligeramente escarpadas, suelos superficiales y profundos, drenaje bueno y excesivo, texturas gruesas, saturación de bases alta y media, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligeramente ácido y ligeramente alcalino, fertilidad media y alta, erosión ligera y sin erosión.	Pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil, texturas gruesas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima semifrío: café bajo sombra, macadamia; otros cultivos: mora, aguacate hass, nísperos y deciduos (melocotón y manzana). Plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal.).	Muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer barreras contravientos para minimizar la erosión eólica. No son mecanizables. Incorporar materia orgánica en forma constante para mejorar las condiciones físico-químicas de los suelos, utilizando como fuente los abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio (en la fase MNIep1 aplicar NPK), las dosis con base en análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos en fases MSAe y MSAe1, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares. Regar por aspersión o goteo utilizando láminas de menor volumen en aplicaciones frecuentes. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, espárragos, tomate, chile y otros cultivos hortícolas	**204**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
7	7p	7p-1	**MBAf** **MBBf1** **MBBfp1** **MBEf1**	Clima templado húmedo (B), pendientes moderadamente escarpadas, suelos moderadamente profundos, bien y excesivamente drenados, texturas esqueléticas finas; baja y alta saturación de bases; baja y alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido y neutro, fertilidad media y alta, erosión ligera y sin erosión.	Pendientes moderadamente escarpadas y texturas esqueléticas.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible son sistemas agroforestales con café bajo sombra.	En las actividades forestales para evitar la erosión hídrica, mantener el sotobosque y la hojarasca, realizar barreras muertas y acequias de ladera. El aprovechamiento forestal realizarlo en época seca y efectuarlo bajo plan de manejo. Establecer medidas para control de incendios. En las actividades agroforestales: implementar severas prácticas de conservación de suelos, plantación siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y hechura de terrazas individuales. Debe mantenerse una cobertura vegetal de sombra para el café. Es necesario establecer cortinas rompevientos. Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, a través del mantenimiento de la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Asimismo, necesita aporte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. En la fase MBAf por tener moderada retención fosfórica se debe aplicar fertilizantes fosfóricos.	**623**
		7p-2	**MFAf** **MFAf1** **MFAf2** **MJAfp** **MJAfp2** **MJBfp** **MJBfp1**	Clima frio húmedo (J) y frío subhúmedo (F), pendientes moderadamente escarpadas, suelos profundos y moderadamente profundos, drenaje bueno y excesivo, texturas finas y medias; alta y media saturación de bases, media y alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad media y alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes moderadamente escarpadas, drenaje excesivo (en algunas áreas), abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil (en algunas áreas), abundante pedregosidad superficial (en algunas áreas).	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, mantener el sotobosque y la hojarasca, realizar barreras muertas y acequias de ladera. El aprovechamiento forestal realizarlo en época seca y efectuarlo bajo plan de manejo. Establecer medidas para control de incendios. Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, a través del mantenimiento de la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Aplicar fertilizantes con Nitrógeno y Fósforo. En las fases MJBfp y MJBfp1 por tener moderada retención fosfórica se deben aplicar fertilizantes fosfóricos.	**1,887**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
7	7p	7p-3	**ANDf2 MNAf1 MNAf2 MNBf1 MNBf2 MNDf1 MNDf2 MSAfp MSAfp1 MSAfp2 MSBf MSEf1 MSFfp1 MSGf1**	Clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), pendientes moderadamente escarpadas, suelos moderadamente profundos y profundos, drenaje moderado, bueno y excesivo, texturas moderadamente finas, moderadamente gruesas y gruesas, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad media y alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes moderadamente escarpadas, drenajes moderadamente excesivos a excesivo, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil, abundante pedregosidad superficial, deficientes precipitaciones durante un semestre del año.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	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, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Como fertilizantes químicos aplicar Nitrógeno y Fósforo. Las fases en donde se presentan moderada retención fosfórica deben aplicarse fertilizantes fosfóricos.	**7,288**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
7	7p	7p-4	**MQBf1** **MQEf1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes moderadamente escarpadas, suelos moderadamente superficiales y profundos, drenaje moderado y excesivo, texturas medias, saturación de bases baja y alta, capacidad de intercambio media y alta, pH ligeramente ácido, fertilidad media y alta, erosión ligera.	Pendientes moderadamente escarpadas, drenaje moderadamente excesivo a excesivo, frecuentes a abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	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, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Como fertilizantes químicos aplicar Nitrógeno y Fósforo.	**1,233**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
7	7e	7e-1	**MHBep3** **PHBdp3**	Clima semicálido húmedo (H) pendientes desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, suelos superficiales a moderadamente profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias y gruesas, alta saturación de bases, capacidad de intercambio de cationes baja y alta, pH neutro, fertilidad alta, erosión severa.	Erosión severa, drenaje moderadamente excesivo, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	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, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Como fertilizantes químicos aplicar Nitrógeno, Fósforo.	**69**
		7e-2	**MCCe3** **MSNd3** **MSNe3**	Clima templad subhúmedo a frío húmedo; pendientes de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, en relieve de cañones y cañadas, suelos superficiales y profundos, drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases altas, capacidad de intercambio de cationes alta, pH de ligeramente ácido a neutro, fertilidad alta y erosión severa.	Erosión severa, pendientes fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, en relieve de cañones y cañadas, abundantes fragmentos de rocas de perfil en algunas áreas.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	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, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Como fertilizantes químicos aplicar Nitrógeno, Fósforo.	**315**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
7	7pe	7pe-1	**PHBfp3**	Clima semicálido húmedo (H), pendientes moderadamente escarpadas, suelos moderadamente profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, fertilidad alta, erosión severa.	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible son sistemas agroforestales con café de bajura bajo sombra.	En las actividades forestales para evitar la erosión hídrica, mantener el sotobosque y la hojarasca, realizar barreras muertas y acequias de ladera. El aprovechamiento forestal realizarlo en época seca y efectuarlo bajo plan de manejo. Establecer medidas para control de incendios. En las actividades agroforestales: implementar severas prácticas de conservación de suelos, plantación siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y hechura de terrazas individuales. Debe mantenerse una cobertura vegetal con sombra del café. Es necesario establecer cortinas rompevientos. Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, a través del mantenimiento de la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Asimismo, necesita aporte de Nitrógeno y Fósforo.	**30**
	7pc	7pc-1	**MDAf2**	Clima muy frio húmedo (D), pendientes moderadamente escarpadas, suelos moderadamente superficiales, drenaje excesivo, texturas moderadamente gruesas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes baja, pH fuertemente ácido, fertilidad media, erosión moderada.	Pendientes moderadamente escarpadas, piso térmico muy frio húmedo, drenaje excesivo, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	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, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Como fertilizantes químicos aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio.	**611**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
7	7pes	7pes-1	**ASDf3 ANEf2 MBDf3 MCBf3 MCBfp3 MCCe3 MCCf3 MSNd3 MSNe3**	Clima templado subhúmedo a semifrío húmedo, pendientes de ligera a moderadamente escarpadas en relieve de cañones y cañadas, suelos superficiales y moderadamente superficiales, drenaje bueno y excesivo, texturas gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes baja y alta, pH de ligeramente acido a ligeramente alcalino, fertilidad natural alta, erosión severa.	Pendientes moderadamente escarpadas en relieve de cañones y cañadas, erosión severa, extremadamente abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil, drenaje excesivo, abundante pedregosidad superficial (en algunas áreas), deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	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, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Como fertilizantes químicos aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio.	**2,691**
8	8p	8p-1	**MDBgp MNAg MNDg1 MNKg1 MQBg1 MSEg1 MSFg1 MZBgp2**	Clima extremadamente frío húmedo (Z), muy frío húmedo (D), semifrío húmedo (S), semifrío subhúmedo (N) y templado subhúmedo (Q), pendientes fuertemente escarpadas, suelos de muy superficiales a muy profundos, drenaje de bueno a moderadamente excesivo, texturas medias (gruesas en algunas áreas), saturación de bases baja y alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad media y alta, erosión moderada, ligera y sin erosión.	Pendientes fuertemente escarpadas.	Áreas para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, erosión severa.	Debe conservarse el bosque existente; propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados; revegetalizar con especies nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.	**2,149**

CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
8	8p	8p-2	**MCAg3 MHBgp3 MSNg3**	Clima de templado subhúmedo a frío húmedo (C), semicálido húmedo (H) y semifrío húmedo (S), pendientes fuertemente escarpadas, suelos de superficiales a profundos, drenaje de bueno a excesivo, texturas moderadamente gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes de baja a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad alta y media, erosión severa.	Pendientes fuertemente escarpadas.	Áreas para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.	Debe conservarse el bosque existente; propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados; revegetalizar con especies nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.	**389**
	8c	8c-1	**MZAfp3**	Clima extremadamente frío húmedo (Z), pendientes moderadamente escarpadas, suelos profundos, drenaje excesivo, texturas gruesas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes muy baja, pH ligeramente ácido, fertilidad baja, erosión severa.	Clima extremadamente frío, pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil	Áreas para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.	Debe conservarse el bosque existente; propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados; revegetalizar con especies nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.	**337**





CLASE AGROLÓGICA	SUB CLASES	GRUPOS DE MANEJO	FASES DE UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	FACTORES LIMITANTES DE USO	USOS RECOMENDADOS	PRÁCTICAS DE MANEJO	ÁREA (ha)
8	8pes	8pes-1	**TC**	Tierras de ceniza	Tierras de ceniza	Áreas para la conservación y protección de los recursos naturales y la biodiversidad.	Debe conservarse los recursos naturales existente y establecer programas de control de incendios forestales.	**405**
			CN	Canteras	Canteras	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	**19**
			DC	Depósitos de cauce	Depósitos de cauce	Áreas para la conservación y protección de los recursos naturales y la biodiversidad	Debe conservarse los recursos naturales existente y establecer programas de control de incendios forestales.	**223**
Explicación de los símbolos:	II - VIII	Clases agrologicas (limitaciones severas).			**Organización de la leyenda: 1. Clases:** estas se organizan de menor a mayor número de limitantes (clase I a la VIII). **2. Subclases:** dentro de cada clase se ordenan así: primero subclase de limitaciones por pendiente (p), segundo subclase de limitaciones por erosión (e), tercero subclase de limitaciones por humedad (h), cuarto subclases de limitaciones por suelos (s) y quinto limitante por clima (c) (IGAC, 2007, 2010). **3. Grupos de manejo:** dentro de una subclase y para esta leyenda se organizó desde el clima altitudinal más frío hasta el más cálido.		
	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).						

De acuerdo a la leyenda presentada se describen a continuación las unidades de capacidad de uso de las tierras.

5.1 TIERRAS DE LA CLASE I

En el departamento de Sacatepéquez no se encontraron tierras de la Clase I.

5.2 TIERRAS DE LA CLASE II

Los suelos de la clase II, tienen ligeras limitaciones que reducen la posibilidad de elección de plantas para cultivos y requieren de manejo para obtener una buena producción; son aptas para la agricultura y ganadería intensiva con cultivos anuales, cultivos semiperennes y perennes. Pueden requerir riego suplementario, ligeras prácticas de conservación de suelos, algunas obras de ingeniería para el manejo de aguas de escorrentía o métodos especiales de laboreo. Esta clase de tierras ocupa una superficie de 1,465 ha que representa el 2.73% del total departamental (Figura 5.3).

Estas tierras se distribuyen en los paisajes de montaña volcano-erosional y altiplano hidro-volcánico en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Pastores y Santiago Sacatepéquez, en los climas templado subhúmedo (Q), semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), con precipitaciones que varían de 800 a 1,300 mm anuales, con altitudes comprendidas entre los 1,600 y 1,900 msnm y temperaturas medias anuales entre los 15 a 16 ºC. La pendiente varía de ligeramente plana (0-3%) a ligeramente inclinada (3-7%). La mayor parte de estas tierras presentan erosión ligera.



Figura 5.3 Tierras de clase II en plano de terraza. La actividad agrícola es intensiva en cultivos anuales y hortalizas (Foto: W. González, 2009)

Los suelos se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, depósitos clásticos gravigénicos y materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), son profundos y moderadamente profundos, bien drenados, con texturas medias. Su fertilidad natural varía de media a alta; alta saturación de bases y baja a alta capacidad de intercambio de cationes. El pH oscila entre moderadamente ácido a neutro.

Las tierras presentan limitaciones causadas por pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Son tierras aptas para la agricultura intensiva con cultivos de clima templado y semifrío: granos básicos (maíz-frijol), arveja china, ejote francés, minivegetales, hortalizas variadas, plantas ornamentales, fresa, frutales deciduos (manzana, pera, melocotón, ciruela), mora, arándanos y otras especies.

Las subclases determinadas son: IIec, IIpec y IIpes. Se describen a continuación.

5.2.1 Subclase por limitaciones de erosión y clima (IIec)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con erosión y clima, únicamente presenta un grupo de manejo.

5.2.1.1 Grupo de manejo IIec-1

El grupo de manejo se localiza en la Granja San Miguel, poblado Nuevo San Luis y Residenciales Vista Los Volcanes del municipio de Pastores; en los poblados Bosques Del Tejar, Los Camotales y San Miguel Morazán del municipio de Sumpango. Ocupa un área de 694 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos ANBa1 de la Consociación El Tejar y ANCa1 de la Consociación Parramos, localizadas en clima semifrío subhúmedo (N), en terrazas de altiplano hidrovolcánico, con pendientes ligeramente planas (0 – 3%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), son suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido, fertilidad media, erosión ligera. Las tierras de este grupo de manejo son mecanizables.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 46% de la superficie del grupo de manejo es ocupado por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos intercaladas con hortalizas y otros usos; el 18% por granos básicos (maíz y frijol); el 12% por bosque mixto (pino y encino); el 5% por hortalizas; el 3.3% por aguacate y el resto es ocupado principalmente por tejido urbano continuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío subhúmedo y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); para el cultivo de hortalizas, con especies como ejote francés, arveja china, minivegetales, brócoli, espárragos, acelga, apio, berro, ajo, zanahoria, tomate, chile y otros. Asimismo, se puede establecer plantas ornamentales para follaje con especies como la hoja de cuero, hiedra y otras. Otros cultivos posibles de establecer son el persimón, la mora, el aguacate, la fresa, la macadamia. A su vez, posee aptitud para el establecimiento de la ganadería en forma intensiva.



Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica, a través de la siembra siguiendo las curvas de nivel y establecer barreras vivas. Para reducir la erosión eólica debe establecerse cortinas rompevientos. Asimismo, se recomienda un laboreo mínimo para no destruir la estructura del horizonte A, así como variar la profundidad de laboreo para evitar la formación de un piso de arado

(capa compactada en los primeros 50 cm. de profundidad). Los suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, por lo que se recomienda incorporar los restos de cosecha y aplicar abonos orgánicos. Respecto a la fertilización química es necesario aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo en la fase ANBa1 y Nitrógeno y Fósforo en la fase ANCa1; las dosis deben ir acorde a los análisis locales en finca. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por lo que es necesario establecer sistemas de riego por aspersión o goteo y aplicar altos volúmenes de agua espaciados en el tiempo.

Con respecto a la ganadería intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos mejorados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una adecuada carga animal. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.2.2 Subclase por limitaciones de pendiente, erosión y clima (IIpec)

Esta subclase presenta limitaciones por pendiente, erosión y clima; la conforma un grupo de manejo.

5.2.2.1 Grupo de manejo IIpec-1

El grupo de manejo se localiza en las cercanías del río La Ciénaga del municipio de Sumpango. Tiene una extensión de 6 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos MQFb1 de la Consociación Bola de Oro, localizada en clima templado subhúmedo (Q), en lomas de montaña volcano erosional, con pendientes ligeramente inclinadas (3– 7%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH moderadamente ácido, fertilidad alta, erosión ligera. Las tierras de este grupo de manejo son mecanizables.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 74% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de maíz y el resto, es ocupado por bosque mixto (pino y encino) (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan las siguientes limitaciones: pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado; posee aptitud para la siembra de granos básicos (maíz y frijol), para el cultivo de hortalizas con especies como: brócoli, acelga, ajo, apio, berro, lechuga, coliflor, col de Bruselas, tomate y chile, entre otros. Otros cultivos y usos posibles son el cultivo del persimón, el aguacate, la macadamia y el establecimiento de ganadería en forma intensiva con pastos cultivados y planes de manejo.

Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica a través de la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica debe establecerse cortinas rompevientos. Se recomienda utilizar una labranza mínima para no afectar la estructura de los horizontes superficiales. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas y químicas, debe incorporarse los restos de cosecha, los abonos verdes y abono orgánico; asimismo, es conveniente aplicarles abonos orgánicos. Respecto a la fertilización química aplicarle Nitrógeno y Fósforo, las dosis deben ir acorde a los análisis locales en finca. Debido a la moderada retención

fosfórica, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces. En época seca debe aplicarse riego por goteo o aspersión utilizando altos volúmenes de agua espaciados en el tiempo.

Con respecto a la ganadería intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una adecuada carga animal. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.2.3 Subclase por limitaciones de pendientes, erosión y suelo (IIpes)

Esta subclase presenta limitaciones por pendientes, erosión y características propias del suelo; la conforma un grupo de manejo.

5.2.3.1 Grupo de manejo IIpes-1

El grupo de manejo se localiza en la labor Palos Verdes y Residenciales Villa Innsbruck del municipio de Santiago Sacatepéquez; en el poblado Chuyá, Granja Rancho San Juan y en los alrededores de la cabecera municipal del municipio de Santo Domingo Xenacoj. Tiene una extensión de 765 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos ANBb1 de la Consociación El Tejar y ASCb1 de la Consociación Chuyá, localizadas en terrazas de altiplano hidro-volcánico; MSOb1 de la Consociación Valle Primavera y MSPb1 de la Consociación Villa Innsbruck, localizadas en vallecitos de montaña volcano erosional; en climas semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), con pendientes ligeramente inclinadas y erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales; son suelos profundos y moderadamente profundos, con drenaje bueno y moderado, texturas medias, alta saturación de bases, media y alta capacidad de intercambio de cationes, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad alta y media, erosión ligera. Son tierras mecanizables.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 51% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 27% por el cultivo del maíz; el 8% por bosque mixto; el 1% por el cultivo de café; el 1% por el cultivo de rosas y el resto, es ocupado principalmente por áreas urbanas (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y pocos fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.



La vocación de estas tierras es agrícola, con cultivos intensivos de clima semifrío y posee aptitud para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol); cultivos de hortalizas como las especies brócoli, acelga, zanahoria, berro, apio, ajo, tomate y chile entre otras; cultivo de la fresa y espárragos; otros cultivos y usos posibles son: el cultivo de la mora, persimón, nísperos, macadamia, aguacate y el establecimiento de ganadería intensiva con pastos mejorados y planes de manejo.

Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica a través de la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas. Para reducir el efecto de la erosión eólica debe establecerse barreras contravientos. Se recomienda practicar el laboreo mínimo por la presencia de fragmentos de roca en el perfil del suelo. Para mantener la fertilidad es necesario incorporar materia

orgánica, a través de la incorporación de los restos de cosecha, los abonos verdes y la aplicación directa de abonos orgánicos. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo en la fase ANBb1, las fases restantes necesitan Nitrógeno y Fósforo. Las dosis que se deben aplicar dependerán de los análisis locales en finca. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. Con respecto a la ganadería intensiva, debe utilizarse razas genéticamente mejoradas, pastos cultivados, adecuados potreros, adecuada rotación y adecuada carga animal; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3 TIERRAS DE LA CLASE III

Los suelos de la clase III, tienen moderadas limitaciones y restricciones de uso. Las limitaciones de los suelos restringen la cantidad de los cultivos que podrían realizarse y definen prácticas de conservación de suelos. El área que ocupa esta clase es de 6,421 ha, con un porcentaje de 11.98% del total departamental (Figura 5.2).

Esta clase se ubica en los paisajes altiplano hidro-volcánico, montaña volcano-erosional y piedemonte hidro-volcánico; en los municipios de Alotenango, Magdalena Milpas Altas, Santa Lucia Milpas Altas, Santiago Sacatepéquez, Ciudad Vieja, San Miguel Dueñas, San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj, Sumpango Sacatepéquez, Antigua Guatemala, Jocotenango, Pastores, San Antonio Aguas Calientes y Santa María de Jesús. Las pendientes van desde ligeramente planas (0-3%), ligeramente inclinadas (3-7%) hasta moderadamente inclinadas (7-12%), en climas semifrío húmedo (S), semifrío subhúmedo (N), templado subhúmedo (Q) y semicálido húmedo (H), en altitudes comprendidas entre 650 a 2,200 msnm, con rangos de temperatura media anual de 13 a 21 °C y precipitaciones comprendidas entre 800 a 3,100 mm anuales. (Ver la Figura 5.4)



Figura 5.4 Tierras de clase III; en la fotografía se observan tierras en descanso (Foto: C. García, 2009)

Se han determinado tres subclases, siendo éstas IIIp, IIIs y IIIps.

5.3.1 Subclase por limitaciones de pendiente (IIIp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente. La conforma un solo grupo de manejo.

5.3.1.1 Grupo de manejo IIIp-1

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la colonia Villa Innsbruck del municipio de Santo Domingo Xenacoj y Santiago Sacatepéquez. Tiene una extensión de 45 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos MSPc1 de la Consociación Villa Innsbruck, localizada en clima semifrío húmedo (S), en vallecito de montaña volcano erosional, con pendientes moderadamente inclinadas, presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales aluvio coluviales, son suelos moderadamente profundos, con drenaje bueno, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH moderadamente ácido, fertilidad alta y erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 73% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 22% está ocupado por bosque mixto (pino y encino); el 1% por cultivo de plantas ornamentales para follajes (hoja de cuero y otros) y el restante 4%, principalmente por áreas urbanas (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola, con cultivos intensivos de clima semifrío; posee aptitud para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), el cultivo de hortalizas con especies como brócoli, acelga, apio, ajo, berro, tomate, chile, entre otros. Asimismo, posee aptitud para el establecimiento de plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y fresa. Otros cultivos posibles son el aguacate hass, el persimón, la macadamia y la mora, entre otros. A su vez presenta vocación para la ganadería intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica a través de implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas; para reducir el efecto de la erosión eólica se recomiendan las barreras contravientos. Se debe laborear en forma liviana para evitar la destrucción de la estructura. Para mantener y mejorar la fertilidad del suelo debe incorporarse materia orgánica, utilizando abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis que debe aplicarse estarán en función de los análisis locales. Necesitan riego en la época seca, aplicar altos volúmenes espaciados en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

Con respecto a la ganadería intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.2 Subclase por limitaciones de suelo (IIIs)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con las características específicas de sus suelos; está conformada por tres grupos de manejo.

5.3.2.1 Grupo de manejo IIIs-1

El grupo de manejo se localiza en el municipio de Alotenango, en los alrededores de la Granja Toledo, tiene una extensión de 11 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos PHAb1 de la Consociación Agua Blanca, localizada en clima semicálido húmedo (H), en abanico de piedemonte hidrovolcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3–7%), presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo); son suelos moderadamente superficiales, bien drenados, con texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido, muy alta fertilidad y erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 54% de la superficie del grupo de manejo. Está ocupada por bosque latifoliado y el resto es utilizado para la producción porcina. (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por ser suelos moderadamente superficiales con presencia de erosión ligera.

La vocación de estas tierras es agrícola, con cultivos intensivos de clima semicálido; posee aptitud para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), el cultivo de caña de azúcar, caña para panela. Otros cultivos y usos posibles son las plantaciones de hule, cítricos, el té y la ganadería intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica a través de implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas; para reducir el efecto de la erosión eólica se recomiendan las barreras contravientos. Debe utilizarse un laboreo mínimo debido a que los suelos son moderadamente superficiales, no dejar el suelo descubierto para evitar la escorrentía. Para mantener las condiciones físicas y químicas del suelo es necesario agregar materia orgánica mediante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos. Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, las dosis por cultivo dependerán de los análisis locales. Debido a la moderada retención fosfórica, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces.

Con respecto a la ganadería intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.2.2 Grupo de manejo IIIs-2

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la Granja El Morro del municipio de Magdalena Milpas Altas; en el poblado Jardines De San Lucas Tres del municipio de San Bartolomé Milpas Altas; en las granjas La Ruca y San Isidro, Hacienda La Suiza Contenta, poblados Jardines De San Lucas Uno, Jardines De San Lucas Cuatro, del municipio de San Lucas Sacatepéquez; en el poblado El Paraíso, granjas Los Palitos, San Francisco, Santa Teresa, Joya De Las Ventillas, Santo Tomás Milpas Altas del municipio de Santa Lucía Milpas Altas; en los poblados Chococ y Sabana Grande, del municipio de Santa María De Jesús; en los poblados Chacayá, Chitacay, Chiyá, granjas Chituc, El Bosque, Ixmucané, Los Luises, Manzanales y en los poblados Jardines De Santiago, Santa María Cauqué y Tzanjay del municipio de Santiago Sacatepéquez. Ocupa un área de 1,747 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases ANFb1 de la Consociación Río San Luis, ASBb1 de la Consociación Cerritos y PSAb1 de la Consociación Sabana Grande, localizadas en clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), en vallecitos y terrazas de altiplano hidrovolcánico y abanicos de piedemonte hidrovolcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3–7%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) y depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), son suelos profundos, con drenaje moderado y bueno, texturas finas y medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio catiónico baja y alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 38% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 8% por bosque mixto; el 7% por hortalizas; el 4% por granos básicos; el 2% por melocotón; el 1% por bosque latifoliado; el 1% por matorrales y el restante 39% es un tejido urbano continuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por texturas finas (en algunas áreas) y pocos fragmentos de roca en el perfil, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola, con cultivos intensivos de clima semifrío; posee aptitud para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), cultivos de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, apio, berro, nabo, puerro, zanahoria, repollo, lechuga, espárragos, alcachofa, tomate y chile, entre otros cultivos y usos posibles son el cultivo de la fresa, mora, níspero, arándanos, aguacate hass, persimón, pera y melocotón, entre otros. Asimismo, presenta vocación para la ganadería intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica a través de implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas; para reducir el efecto de la erosión eólica se recomiendan las barreras contravientos. Implementar el laboreo mínimo debido a la presencia de fragmentos de roca en el suelo y para que no se destruya la estructura del horizonte A. Incorporar materia orgánica utilizando los restos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes, con esto se mejora el drenaje del agua en las texturas arcillosas. Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis por cultivo dependerán de los análisis locales. Debido a la moderada retención fosfórica, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces. En la época seca debe aplicarse riego por aspersión o por goteo, los volúmenes y la frecuencia de aplicación estará en función de las texturas de los suelos.

Con respecto a la ganadería intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.2.3 Grupo de manejo IIIs-3



El grupo de manejo se localiza en las fincas Belencito, Bella Vista, Colombia, El Desengaño, El Guarda, El Perú, El Pintado, Jauja, La Esmeralda, La Felicidad, La Rinconada, Las Ilusiones, Las Margaritas, Las Minas, Las Salinas, Panorama, Pavón, Retana, San Ignacio, San Nicolás, Santa Teresa, Solís, Tetuán y los poblados de San Bartolomé Becerra, San Felipe De Jesús, San Gaspar Vivar, San José, San Pedro El Alto, San Pedro Las Huertas, San Miguel Escobar del municipio de Antigua Guatemala; en los alrededores de Alamedas De San Vicente, balnearios El Cubo y Medina, Colonia Villa Alcántara II, fincas El Llano, El Potrero, Los Valles, Montaña La Esperanza, Labor Cuxinales, Residenciales Cortijo Las Flores, Residenciales La Joya, Villas Del Hermano Pedro y Villas San Francisco del municipio de Ciudad Vieja; fincas El Portal, La Azotea, Las Victorias, San Isidro, La Asunción, Los Llanos del municipio de Ciudad Vieja; Finca La Soledad, Labor Michigan del municipio de San Miguel Dueñas y alrededor de la cabecera municipal del municipio de Santa Catarina Barahona. Posee una extensión de 3,110 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases PQAa1 y PQAb1 de la Consociación Antigua, localizadas en clima templado subhúmedo (Q), en abanicos de piedemonte hidrovolcánico con pendientes ligeramente planas a ligeramente inclinadas.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), son suelos profundos, con drenaje moderado, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, fertilidad alta, erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 56% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 2% por granos básicos (maíz y frijol); el 2% por hortalizas; el 2% por mosaico de cultivos, o sea pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 1% por flores (pascuas) y el restante 37% es ocupado por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por la presencia de pocos fragmentos gruesos de roca en el perfil (aunque en cantidades no muy elevadas), poseen erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola, con cultivos intensivos de clima templado; posee aptitud para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol). Asimismo, posee aptitud para el cultivo de hortalizas como ejote francés, arveja china, minivegetales, apio, espárrago, ajo, chile, tomate, entre otros; para los cultivos de plantas ornamentales (flores de corte y follajes), café bajo sombra el cultivo de aguacate hass, el persimón y la macadamia. A su vez, posee vocación para la ganadería intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos, para minimizar la erosión hídrica a través de la implementación fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas; para reducir el efecto de la erosión eólica se recomiendan las barreras contravientos. Debe realizarse un laboreo mínimo debido a los fragmentos presentes en el suelo y para no destruir la estructura del horizonte A. Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica para mejorar sus condiciones fisicoquímicas, se recomienda aplicar abonos orgánicos e incorporar los restos de cosechas y abonos verdes. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo. Las dosis deberán determinarse mediante análisis locales. En la época seca debe aplicarse riego ya sea por goteo o por aspersión, con altos volúmenes y en forma espaciada en el tiempo.

Con respecto a la ganadería intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.3 Subclase por limitaciones de pendiente y suelo (IIIps)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con las pendientes y con características propias del suelo; está conformada por tres grupos de manejo.

5.3.3.1 Grupo de manejo IIIps-1

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de los poblados El Almacigo, El Establito y La Carbonera del municipio de Alotenango. Ocupa un área de 517 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase PHAc1 de la Consociación Agua Blanca, localizada en clima semicálido húmedo (H), abanico de piedemonte hidrovolcánico, con pendientes moderadamente inclinadas, presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), son suelos moderadamente superficiales, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido, muy alta fertilidad, erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 45% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por pastos cultivados; el 36% por el cultivo de café; el 14% por caña de azúcar; el 3% por matorrales; el 1% por pastos naturales y el restante 1%, es ocupado principalmente por áreas urbanas (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones debidas a sus pendientes moderadamente inclinadas y a que son suelos moderadamente superficiales con erosión ligera.

La vocación de estas tierras es agrícola, con cultivos intensivos de clima semicálido; posee aptitud para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de la caña de azúcar. Otros cultivos posibles son el café bajo sombra (aunque la producción sería de café de bajura), las plantaciones de cítricos y la plantación de hule, entre otros. Asimismo, posee vocación para la ganadería intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica a través de implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. Para reducir el efecto de la erosión eólica se recomiendan las barreras contravientos. Se recomienda implementar un laboreo mínimo para mantener la estructura del suelo y por la presencia de material compactado a los 55 centímetros de profundidad, no dejar el suelo descubierto para evitar la escorrentía. Para mantener la fertilidad y mejorar las condiciones físico químicas del suelo, debe adicionarse materia orgánica, se recomienda aplicar abonos orgánicos e incorporar los restos de cosecha y los abonos verdes. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis a aplicar por cultivo dependerán de los análisis en finca. Debido a la moderada retención fosfórica, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces.

Con respecto a la ganadería intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.3.2 Grupo de manejo IIIps-2



El grupo de manejo se localiza en los alrededores de las granjas Carchí, El Trébol y en los alrededores de la cabecera municipal del municipio de Magdalena Milpas Altas; Finca Florencia y Granja Mónaco del municipio de Santa Lucía Milpas Altas; poblados Carrizal, Las Tres Cruces, Pacul, Payatzancán y Granja Claveles Tres Cruces del municipio de Santiago Sacatepéquez y en el poblado San José Yalú del municipio de Sumpango. Ocupa un área de 712 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos ASAc1 de la Consociación Santiago ubicada en lomas de altiplano hidrovolcánico; ASBc1 de la Consociación Cerritos, ubicada en terrazas de altiplano hidrovolcánico; en la faseMNJc1 de la Consociación Buena Vista, ubicada en glacís de montaña volcanoerosional y en la fase MSMc1 de la Consociación Finca San José Yalú, ubicada en un relieve de mesa

de montaña volcano erosional. Este grupo de manejo se encuentra localizado en climas semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), con pendientes moderadamente inclinadas. Presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), depósitos superficiales clásticos gravigénicos y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez); son suelos profundos y moderadamente profundos, drenaje moderado y bueno, texturas finas y medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio catiónico media y alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad media, alta y muy alta, erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 60% está ocupado por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 12% por bosque latifoliado; el 9% por bosque mixto; el 4% por maíz; el 3% por matorrales; el 3% por plantaciones de pino; el 2% por pastos naturales; el 1% por el cultivo de rosas; el 1% por el cultivo de aguacate; el 1% por mora; el 1% por hortalizas y el 3% restante, es ocupado principalmente por áreas urbanas (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes moderadamente inclinadas y texturas finas en algunas áreas; asimismo poseen erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola, con cultivos intensivos de clima semifrío; posee aptitud para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol), cultivos de hortalizas con especies como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, acelga, espárragos, puerro, coles, alcachofas, el cultivo de la fresa. Otros cultivos y usos posibles son: el cultivo de la mora, persimón, arándanos, níspero, aguacate hass, ciruelas y ornamentales (flores de corte y follajes). A su vez, presenta vocación para la ganadería intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica a través de implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. Para reducir el efecto de la erosión eólica se recomiendan las barreras contravientos. Se recomienda implementar un laboreo mínimo para mantener la estructura del suelo. Para mantener la fertilidad y mejorar el movimiento del agua a través del perfil en las áreas con texturas finas debe incorporarse materia orgánica, se recomienda incorporar restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo en todas las fases salvo la MSMc1 que requiere Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Las dosis a considerar dependen del cultivo y de los análisis a nivel de finca. En las fases ASAc1 y ASBc1 Debido a la moderada retención fosfórica, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces. Regar por aspersión o goteo con altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

Con respecto a la ganadería intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.2.3 Grupo de manejo IIIps-3

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de las fincas San Jorge y Vista Alegre y Residenciales Las Flores del municipio de Ciudad Vieja; en las fincas San Rafael Urías y La Primavera del municipio de San Miguel Dueñas. Ocupa un área de 279 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase PQAc1 de la Consociación Antigua, localizada en clima templado subhúmedo (Q), en abanico de piedemonte hidrovolcánico, con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%).

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), son suelos profundos, drenaje moderado, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, fertilidad alta, erosión ligera, pocos fragmentos de roca en el perfil.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 65% de la superficie del grupo de manejo es ocupado por el cultivo de café; el 11% por mosaico de cultivos, o sea pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 5% por maíz; el 5% por mora; el 3% por bosque mixto; el 2% por macadamia; el 2% por ornamentales (flores de pascua y otras); el 7% restante es ocupado por tejido urbano discontinuo principalmente (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes moderadamente inclinadas, pocos fragmentos en el perfil, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola, con cultivos intensivos de clima templado; posee aptitud para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol). Asimismo posee aptitud para la siembra de hortalizas con especies de arveja china, ejote francés, minivegetales, puerro, coles, cilantro, espárrago, tomate y chile, entre otros. Otros cultivos posibles: aguacate hass, persimón, níspero, plantas ornamentales (flores de corte y follaje), cultivo de café bajo sombra y macadamia, A su vez, posee vocación para la ganadería intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica a través de implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. Para reducir el efecto de la erosión eólica se recomiendan las barreras contravientos. Debe emplearse prácticas agrícolas muy livianas debido a la presencia de fragmentos de roca y para no destruir la estructura del horizonte A. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico químicas, para ello aplicar abonos orgánicos e incorporar abonos verdes y restos de cosecha. Como fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base a los análisis locales. Estos suelos necesitan riego por aspersión o goteo con altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

Con respecto a la ganadería intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.



5.4 TIERRAS DE LA CLASE IV

Los suelos de esta clase de tierras tienen limitaciones severas para uso en la agricultura y que requieren cuidadosas prácticas de manejo para su conservación. Esta clase es de vocación agrícola pero debido a sus limitaciones, debe considerarse el establecimiento de cultivos permanentes; si se elige la opción de cultivos de ciclo corto deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos que eviten la degradación y deterioro del recurso. Además pueden utilizarse en pasturas mejoradas (ganadería semi-intensiva), especies perennes y plantaciones diversas. En el departamento ocupan una superficie de 10,800 ha lo que representa el 20.15% del mismo (Ver la Figura 5.2).

Estas tierras se encuentran en paisajes de montaña volcano-erosional, altiplano hidro-volcánico y piedemonte hidro-volcánico, en los municipios de Santa María de Jesús, Santiago Sacatepéquez, Sumpango Sacatepéquez, Antigua Guatemala, Magdalena Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Pastores, Santo Domingo Xenacoj, Alotenango, Ciudad Vieja, San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona y San Bartolomé Milpas Altas.

Las pendientes predominantes corresponden a fuertemente inclinadas (12-25%); no obstante algunas tierras tienen menores pendientes que el rango indicado y están calificadas en esta clase, debido a que poseen otras limitaciones asociadas con características específicas del suelo.

Esta clase presenta varios tipos de clima: semicálido húmedo (H), templado húmedo (B), templado subhúmedo (Q), semifrío húmedo (S), semifrío subhúmedo (N), con rangos de temperatura media anual que oscilan entre los 12 a 21 ºC, precipitaciones anuales comprendidas entre los 800 a 3,100 mm y altitudes que varían desde 800 a 2,300 metros sobre el nivel del mar.

Los suelos de la clase IV han evolucionado a partir de materiales de origen volcánico como: depósitos piroclásticos consolidados (tobas); materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez); depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales y depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodos).

Estos suelos son utilizados en la agricultura con cultivos de granos básicos, cultivos de hortalizas, el café bajo sombra, el cultivo de la caña de azúcar, plantaciones de hule, mora, frutales, plantaciones arbóreas y ganadería. En la Figura 5.5 se observan tierras de la Clase IV, con relictos de bosque natural.



Figura 5.5 Clase de tierras IV, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), con cultivos de güicoy y maíz (Foto C. García, 2009).

Se han determinado cinco subclases, siendo éstas: IVp, IVs, IVpe, IVps, y IVpes.

5.4.1 Subclase por limitaciones de pendiente (IVp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con las pendientes; está conformada por dos grupos de manejo.

5.4.1.1 Grupo de manejo IVp-1

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la Finca El Pilar y en los alrededores de la cabecera municipal de Antigua Guatemala. Asimismo, en las fincas Los Pinos y San Joaquín, Granja Rolita, poblado San Miguel Milpas Altas del municipio de Magdalena Milpas Altas; en los alrededores de la Finca Chiquel, granjas La Colmena, La Floresta, Miraflores, poblado Jardines de San Lucas Dos del municipio de San Lucas Sacatepéquez. En los alrededores de la Finca Bohemia, granjas Carberts y Los Álamos, Labor Cruz de Las Monjas, poblado Santa Isabel del municipio de Santa Lucía Milpas Altas; en los alrededores de la Granja María del Rosario, poblado Sabana Chiquita del municipio de Santa María de Jesús; en la Granja Delia del municipio de Santiago Sacatepéquez; en los cerros La Campana y San Antonio, Cortijo De Los Pinos, Finca Flores De Díaz, Granja Doña Mary, poblados Chixoté, Las Flores, Quitas Solares del Trigal, Rejón Cinco y Valle de Primavera del municipio de Sumpango. Ocupa un área 2,622 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos ASAd1 de la Consociación Santiago que se localiza en un relieve de lomas del paisaje altiplano hidro-volcánico; la fase MNGd1 de la Consociación Milpas Altas; la fase MSId1 de la Consociación Las Flores localizadas en un relieve de lomas del paisaje montaña volcanoerosional. Asimismo por las fases MNJd1 de la Consociación Buena Vista ubicada en relieve de glacís del paisaje montaña volcanoerosional y MSCd1 de la Consociación Santa María de Jesús ubicada en un relieve de estratovolcán del paisaje montaña volcanoerosional. Se encuentra en los climas semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), depósitos superficiales clásticos gravigénicos y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos y profundos, drenaje moderado y bueno, texturas moderadamente finas y moderadamente gruesas, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio catiónico media y alta, pH ligeramente ácido y neutro, fertilidad alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 46% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 16% por bosque mixto (pino y encino); el 7% por el cultivo de maíz; el 6% por vegetación arbustiva baja; el 4.3 % por bosque latifoliado; el 1.8% por hortalizas; el 1.6% por café; el 1.3% por aguacate y el 16% restante, está ocupado por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.



La vocación de estas tierras es agrícola, con cultivos de clima semifrío; posee aptitud para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y para los siguientes cultivos: arveja china, ejote francés, minivegetales; asimismo para el cultivo de hortalizas con especies como lechuga, coliflor, brócoli, remolacha, zanahoria, apio, espinaca, haba, berro, espárragos, tomate y chile entre otros. Otros cultivos posibles son: persimón, mora, arándano, melocotón, aguacate y ornamentales (follajes y otros). Asimismo posee vocación para la ganadería semi-intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda minimizar la erosión hídrica a través de implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Para reducir el

efecto de la erosión eólica se recomiendan las barreras contravientos. Realizar un laboreo mínimo para no afectar la estructura del horizonte superficial. Para mantener la fertilidad del suelo debe incorporarse materia orgánica como abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. Con referencia a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo (la fase MNGd1, además de estos nutrientes necesita la adición de Potasio). Las dosis por cultivo variarán según los análisis locales en finca. En las áreas donde existe moderada retención fosfórica (fases ASAd1 y MNGd1) debe utilizarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, aplicados cerca de la zona radicular. En la época seca debe implementarse riego, ya sea por goteo o aspersión, utilizando láminas de altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.4.1.2 Grupo de manejo IVp-2

El grupo de manejo se localiza en el poblado Labor Vieja del municipio de Santa María de Jesús. Ocupa un área de 102 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos MQFd1 de la Consociación Bola de Oro, localizada en clima templado subhúmedo (Q), en un relieve de lomas del paisaje montaña volcano erosional, con pendientes fuertemente inclinadas (12 al 25 %) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos profundos, bien drenados, texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras indica que el 34% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo del maíz, el 28% por mosaico de cultivos, o sea pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 24% por bosque mixto (pino y encino); el 13% por zonas de construcción; el 0.67% por el cultivo de aguacate y el 0.3% por tejido urbano (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para los siguientes cultivos: granos básicos (maíz-fríjol), hortalizas como la zanahoria, repollo, lechuga, cebolla, ajo, alcachofa. Otros cultivos y usos posibles son: aguacate hass, persimón, macadamia y la ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.



Se recomienda establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Para minimizar la erosión eólica se debe establecer cortinas rompevientos. Se debe realizar un laboreo mínimo y debe cuidarse que el suelo quede expuesto al impacto de las gotas de lluvia. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar la estructura y sus propiedades físicas y químicas, incorporar restos de cosechas, abonos verdes y adicionar abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada retención fosfórica, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces. La fertilización

por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, por las texturas finas que presentan necesitan volúmenes altos y aplicaciones espaciadas en el tiempo, mediante riego por aspersión o goteo.

Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.4.2 Subclase por limitaciones de suelo (IVs)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con características propias del suelo; está conformada por tres grupos de manejo.

5.4.2.1 Grupo de manejo IVs-1

Este grupo de manejo se localiza en el Barrio La Cruz y la Finca El Molino del municipio de Pastores. Abarca una extensión de 112 ha.

El grupo de manejo esta conformado por las fases de suelo MNLb1 de la Consociación Pastores y MSKc1 de la Consociación San José Yalú, localizadas en clima semifrío subhúmedo (N) y semifrío húmedo (S), en vallecito y lomas de montaña volcano erosional, con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos superficiales y profundos, con drenaje moderado, texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, pH moderadamente ácido y neutro, fertilidad alta y frecuentes fragmentos de roca en el perfil.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 25% de la superficie del grupo está ocupado por un mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 22% por bosque mixto (pino y encino); el 9% por el cultivo de café; el 9% por vegetación baja arbustiva; el 3.5% por plantaciones de ciprés; el 31.5% restante está ocupado principalmente por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por profundidad efectiva superficial en algunas áreas; por frecuentes fragmentos de roca en el perfil en otras y por deficientes precipitaciones en un semestre del año

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima semifrío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz-fríjol), el cultivo de la fresa, arveja china, ejote francés, minivegetales; asimismo para el cultivo de hortalizas como el espárrago, coles, brócoli, tomates, chiles, cebolla, lechuga, entre otros. Otros cultivos y usos posibles son el cultivo de la mora y arándanos, deciduos (melocotón y ciruela) y la ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.



Se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a los fragmentos presentes en el suelo y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos; para ello

es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo. Se debe implementar el riego en época seca, ya sea por aspersión o goteo, utilizando láminas de altos volúmenes e intervalos frecuentes.

Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.4.2.2 Grupo de manejo IVs-2

El grupo de manejo se localiza en la Joya del Aguacate del municipio de Pastores; en la Finca Doña María La Embaulada, Granja Aragonesa y La Embaulada del municipio de San Lucas Sacatepéquez. Ocupa un área de 139 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MQGb1 y MQGc1 de la Consociación Río Itzapa, localizadas en clima templado subhúmedo (Q), en un relieve de glacís del paisaje montaña volcano erosional, con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos, bien drenados, con texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio catiónico, pH ligeramente ácido, fertilidad alta y frecuentes fragmentos de roca en el perfil.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 67% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 13% por bosque mixto (pino y encino); el 6.5 % por maíz; el 4% por el cultivo de aguacate; el 3.5% por el cultivo de ornamentales; el 3% por plantaciones de ciprés; el 1.4% por hortalizas y el 1.6% restante por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones provocadas por frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para los siguientes cultivos: granos básicos (maíz-fríjol), hortalizas como espárragos, alcachofa, tomate, chile, lechuga, zanahoria, ajo, entre otros. Otros cultivos y usos posibles son cultivo de plantas ornamentales (flores de corte y follaje), cultivo de persimón, fresas, aguacate hass y la ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.

Se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a la presencia de fragmentos de roca en el perfil. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas: aplicar abonos orgánicos, establecer e incorporar abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo, la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. En la época seca debe aplicarse riego por aspersión o goteo, con volúmenes medios y aplicaciones frecuentes.



Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.4.2.3 Grupo de manejo IVs-3

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la comunidad 24 de Junio, fincas Covadonga, Orotapa y San Juan del Obispo del municipio de Antigua Guatemala; en la colonia San José, Finca El Socorro, Labor Rinconcito Montañés y San Lorenzo El Cubo del municipio de Ciudad Vieja y en la comunidad Santiago Zamora del municipio de Santa Catarina Barahona. Ocupa un área de 824 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases PQCc1 de la Consociación Ciudad Vieja, PQDb1 y PQDc1 de la Consociación Santiago Zamora todos localizados en un clima templado subhúmedo (Q), en un relieve de abanico y glacís del paisaje piedemonte hidrovolcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos y moderadamente profundos, con drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas y gruesas, alta saturación de bases, baja y alta capacidad de intercambio catiónico, pH neutro, fertilidad alta y muy alta, frecuentes fragmentos de roca en el perfil.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 41% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 14% por granos básicos (maíz y fríjol); el 6% por vegetación arbustiva baja; el 3% por pastos naturales; el 3% por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 2% por bosque mixto (pino y encino); el 2% por bosque latifoliado y el 29% restante por un tejido urbano discontinuo en su mayoría (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por drenaje moderadamente excesivo, frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estos suelos es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz-fríjol), arveja china, ejote francés, minivegetales, el cultivo de hortalizas como tomate, chile pimiento, zanahoria, lechuga, remolacha, espárragos. Otros cultivos y usos posibles son: café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, persimón y ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.

Se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas y acequias de ladera. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a la presencia de fragmentos de roca en el perfil. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas: aplicar abonos orgánicos, establecer e incorporar abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo (en la fase PQCc1 debe aplicarse Nitrógeno, Fósforo y Potasio). La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. En la época seca debe aplicarse riego por aspersión o goteo, en las con texturas gruesas aplicar volúmenes medios y aplicaciones frecuentes; en las texturas medias aplicar laminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo.



Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.4.3 Subclase por limitaciones de pendiente y erosión (IVpe)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con las pendientes y la presencia de erosión; está conformada por un grupo de manejo.

5.4.3.1 Grupo de manejo IVpe-1

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la finca La Joya del municipio de San Lucas Sacatepéquez; en los poblados Chixolís, Pachalí, finca Chixolís y El Retiro, granjas Chiqui, Las Amadas, Tania Selva, Santa Amelia, Labor Bejucal y en los alrededores de la cabecera municipal del municipio de Santiago Sacatepéquez. Abarca una extensión de 547 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase ASAd2 de la Consociación Santiago localizada en lomas del paisaje altiplano hidrovolcánico y la fase MNJd2 de la Consociación Buena Vista localizada en relieve de glacís del paisaje montaña volcanoerosional en los climas semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos moderadamente profundos y profundos, con drenaje moderado y bueno, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido y neutro, fertilidad alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 45% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por un mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 29% por bosque mixto (pino y encino); el 2% por ejote francés y arveja china; el 24% restante es ocupado en su mayoría por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima semifrío y posee aptitud para los siguientes cultivos: granos básicos (maíz-fríjol), arveja china, ejote francés, y minivegetales. Hortalizas como la lechuga, chile, tomate, cebolla, repollos, coles, zanahoria, espárragos y alcachofas, entre otros. Otros cultivos y usos posibles son: mora, frutales deciduos (melocotón, pera), persimón, arándanos, aguacate hass y ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.

Se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Debe cuidarse que los suelos tengan una mínima exposición a las gotas de lluvia debido a la erosión provocada por la escorrentía. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas: aplicar abonos orgánicos, establecer e incorporar abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. En la fase ASAd2 que posee moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. En la época seca debe aplicarse riego por aspersión o goteo, por sus texturas medias aplicar altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.4.4 Subclase por limitaciones de pendiente del terreno y suelo (IVps)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con las pendientes y con características propias del suelo; está conformada por cuatro grupos de manejo.

5.4.4.1 Grupo de manejo IVps-1

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la finca San José Las Lajas y el poblado La Cuchilla del municipio de Alotenango. Abarca una extensión de 456 ha.

Este grupo está conformado por la fase MHAd1 de la Consociación La Carbonera, localizada en clima semicálido húmedo (H), en un relieve de estratovolcán del paisaje montaña volcanoerosional, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos profundos, bien drenados, con texturas medias, saturación de bases media, capacidad de intercambio catiónico media, pH ligeramente ácido, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 59% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 17% por pastos cultivados; el 11% por bosque latifoliado; el 6% por cítricos; el 3.6% por el cultivo de maíz; el 2% por pastos naturales y el resto es ocupado en su mayoría por vegetación arbustiva baja (matorrales).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones derivadas de las pendientes fuertemente inclinadas y por frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima semicálido y posee aptitud para los siguientes cultivos: granos básicos (maíz-fríjol), cítricos, plantaciones de hule. Otros cultivos y usos posibles son: café de bajura bajo sombra, caña de azúcar para panela y ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.

Se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar, debido a los fragmentos presentes en el perfil del suelo. Debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por la escorrentía. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas: aplicar abonos orgánicos, establecer e incorporar abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.



Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.4.4.2 Grupo de manejo IVps-2

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de los poblados Agua Blanca, El Dos, El Porvenir, fincas La Candelaria, La Reunión, San Cayetano, Segundo Alotenango, Monte María, Sitio Arqueológico Aguacatepeque del municipio de Alotenango; en el campo de Golf Monte María Country Club, fincas de

Marín, El Panorama, Guadalupe, Palta, granjas Horizontes, Los Pepinos, San Antonio, labor El Mirador y poblado Los Encinos todos del municipio de Santa María De Jesús. Posee un área de 2,808 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases MBAd1 y MBAdp1 de la Consociación Aguacatepeque y MBCd1 de la Consociación Los Encinos, localizadas en clima templado húmedo (B), en relieves de estrato-volcán del paisaje de montaña volcanoerosional, con pendientes fuertemente inclinadas (12 -25%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas sobre gruesas, saturación de bases media y baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, fertilidad media y alta, frecuentes fragmentos gruesos.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras indica que el 81% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 6.1 % por el cultivo de maíz; el 5% por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 1.6 % por vegetación arbustiva baja; el 1% por bosque latifoliado; el 1% por bosque mixto (pino y encino); el 1% por el cultivo de aguacate y el restante 4% por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil y en algunas áreas mediana pedregosidad superficial.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para los siguientes cultivos: granos básicos (maíz-fríjol), macadamia, hortalizas como tomate, chile, zanahoria, entre otros. Otros cultivos y usos posibles son: café bajo sombra, plantaciones de aguacate hass, persimón, níspero, cultivo de plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.

Se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar por los fragmentos presentes en el perfil y por la pedregosidad superficial en algunas áreas. Debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por la escorrentía. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas: aplicar abonos orgánicos, establecer e incorporar abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio en las fases MBAd1 y MBAdp1, en la fase MBCd1 aplicar Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada retención fosfórica que poseen es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos al área radicular. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.4.4.3 Grupo de manejo IVps-3

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de los poblados Buena Vista, Los Membrillales y Mirasol del municipio de Magdalena Milpas Altas; en la finca La Labor del municipio de San Lucas Sacatepéquez; en los poblados San José Buena Vista, Colinas De Santa Lucía y en las granjas Buena

Vista y Primavera del municipio de Santa Lucía Milpas Altas; en los poblados Cipresales, Oklahoma, granja Chiponquín del municipio de Santiago Sacatepéquez; en la Finca los Horizontes, poblado Frutales del Sol del municipio de Santo Domingo Xenacoj; en los alrededores del poblado Chimuch, granjas Mis Dos Rosas, San Luís Los Pinos, Guachipilín, Rancho Alegre, San Rafael El Arado, Santa Marta y Santa Rosita del municipio de Sumpango. Ocupa un área de 1,480 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases MSDd1 de la Consociación Tampico; MSJd1 de la Consociación Magdalena; MSKd1 de la Consociación San José Yalú y MSLd1 de la Consociación Santa Lucía, localizadas en clima semifrío húmedo en los relieves estrato-volcán, lomas y glacís del paisaje montaña volcanoerosional, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos superficiales, moderadamente profundos y profundos, con drenaje moderado y bueno, texturas medias, baja y alta saturación de bases, capacidad de intercambio catiónico media, pH moderadamente ácido a neutro y fertilidad alta, frecuentes fragmentos de roca en el perfil.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras indica que el 47% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por mosaicos de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 15% por bosque mixto (pino y encino); el 7% por bosque latifoliado; el 4% por hortalizas; el 3.5% por el cultivo de maíz; el 2% por el cultivo de café; el 2% por vegetación arbustiva baja; el 1% por aguacate; el 1% por flores de corte. El restante 17.5% está ocupado principalmente por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, suelos superficiales en algunas áreas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima semifrío y poseen aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz-fríjol), arveja china, ejote francés, minivegetales; asimismo, hortalizas como lechuga, repollo, brócoli, zanahoria, chile, tomate, alcachofas, espárragos, ajo. Otros cultivos y usos posibles: aguacate hass, persimón, mora, arándanos, melocotón, nísperos, ciruelas y ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.

Se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar por los fragmentos presentes en el perfil. Debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por la escorrentía. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas: aplicar abonos orgánicos, establecer e incorporar abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, salvo en la fase MSDd1 que requiere Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Debido a la moderada retención fosfórica que presentan las fases MSKd1 y MSJd1 es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos al área radicular. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Se debe aplicar riego por goteo o aspersión en la época seca, utilizando láminas de altos volúmenes espaciadas en el tiempo.



Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.4.4.4 Grupo de manejo IVps-4

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la Labor Santa Cruz del municipio de San Lucas Sacatepéquez. Ocupa un área de 1,498 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases MQAdp1 de la Consociación San Juan del Obispo y la fase MQGd1 de la Consociación Río Itzapa, localizadas en relieves de estrato-volcán y glacís del paisaje montaña volcanoerosional. Asimismo, las fases PQCd1 de la Consociación Ciudad Vieja y PQDd1 de la Consociación Santiago Zamora, localizadas en relieves de abanico y glacís del paisaje Piedemonte hidrovolcánico. Todas las fases se encuentran ubicadas en un clima templado subhúmedo (Q), con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), depósitos superficiales clásticos gravigénicos y depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), son suelos moderadamente profundos y profundos, bien drenados a moderadamente excesivos, con texturas moderadamente gruesas a gruesas, alta saturación de bases, baja a alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido y neutro, fertilidad alta y muy alta, frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras indica que el 56.5% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 35% por el cultivo del café; el 3% por bosque mixto (pino y encino); el 2.5% por bosque latifoliado; el 3% restante está ocupado por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial (en algunas áreas), drenaje moderadamente excesivo (en algunas áreas) y deficientes precipitaciones en un semestre de año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para los siguientes cultivos: granos básicos (maíz-fríjol), arveja china, arveja dulce, ejote francés. Asimismo para el cultivo de hortalizas como ajo, espárrago, tomate y chile. Otros cultivos y usos posibles son: café bajo sombra, aguacate hass, macadamia, cultivo de persimón y ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.

Se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar por los fragmentos presentes en el perfil y por la pedregosidad superficial en algunas áreas. Debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por la escorrentía. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas: aplicar abonos orgánicos, establecer e incorporar abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio en las fases MQAdp1 y PQCd1; en las restantes fases es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo. Estos suelos necesitan riego en la época seca, debe regarse con volúmenes medios y aplicaciones constantes poco espaciadas en el tiempo, bien sea por aspersión o por goteo.

Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.



5.4.5 Subclase por limitaciones de pendiente, erosión y suelo (IVpes)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con las pendientes, erosión actual y características propias de los suelos; está conformado por un grupo de manejo.

5.4.5.1 Grupo de manejo IVpes-1

El grupo de manejo se encuentra localizado en los alrededores de la quebrada Paraxaj del municipio de Sumpango; en los poblados del Tizate del municipio de Pastores; en el poblado Tampico del municipio de San Miguel Dueñas. Santo Domingo Xenacoj y Sumpango Sacatepéquez. Abarca un área de 212 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases MNId2 de la Consociación El Tizate; MSKd2 de la Consociación San José Yalú y MSDd2 de la Consociación Tampico, localizadas en climas semifrío subhúmedo (N) y semifrío húmedo (S), en relieves de lomas y estratovolcán del paisaje montaña volcanoerosional con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos moderadamente profundos y superficiales, con drenaje bueno y moderado, texturas moderadamente finas y moderadamente gruesas, alta saturación de bases, capacidad de intercambio catiónico media y alta, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 25% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 19% por el cultivo de maíz; el 15% por plantaciones de ciprés; el 16% por bosque mixto (pino y encino); el 13% por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 6% por bosque latifoliado; el 5% por vegetación arbustiva baja; el restante 1% está ocupado por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil (en algunas áreas), profundidad efectiva superficial (en algunas áreas) y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima semifrío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz-fríjol); arveja china, ejote francés y minivegetales. Asimismo para el cultivo de hortalizas como haba, zanahoria, espárrago, repollo, lechuga, chile, tomate. Otros cultivos y usos posibles son café bajo sombra, macadamia, mora y ganadería semi-intensiva con pastos mejorados.



Se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar por los fragmentos presentes en el perfil. Debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por la escorrentía. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas: aplicar abonos orgánicos, establecer e incorporar abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo; únicamente en la fase MSDd2 es necesario aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Estos suelos necesitan riego en la época seca, aplicando altos volúmenes y espaciados en el tiempo.

Con respecto a la ganadería semi-intensiva, deben utilizarse razas genéticamente mejoradas, establecer pastos cultivados en un diseño de potreros adaptados a la explotación y mantener una moderada carga animal por área. Es necesario evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.5 TIERRAS DE LA CLASE V

Esta clase tiene tierras relativamente planas pero que poseen limitaciones severas para su uso; por lo que tienen vacación para la conservación, estas limitaciones pueden modificarse pero esto implica costos económicos generalmente muy altos. Las limitaciones se refieren a encharcamientos y drenaje muy pobre. Localmente son tierras utilizadas temporalmente en la época seca, extrayendo sobre todo la especie "Tul", para la confección de artesanías. Ocupa una superficie de 75 ha lo que representa un 0.14% del departamento (Ver la Figura 5.2). En la Figura 5.6 se observa una fotografía del área.



Figura 5.6 Tierras de la clase V, este grupo presenta problemas de encharcamiento, en la fotografía se observa un área cubierta con Tul (Foto: W. González, 2009)

5.5.1 Subclase por limitaciones de humedad y clima edáfico (Vhsc)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con humedad, características propias del suelo y clima edáfico; está conformada por un grupo de manejo.

5.5.1.1 Grupo de manejo Vhsc-1

Las tierras de este grupo de manejo se ubican en los alrededores de la Finca Venecia, laguneta Quilisimate de los municipios de Ciudad Vieja, Santa Catarina Barahona y San Miguel Dueñas. Posee una extensión de 75 ha.

Este grupo está conformado por la fase de suelos PQBaz de la Consociación Venecia. Presenta clima templado subhúmedo (Q). Se ubica en el paisaje de piedemonte hidro-volcánico; con pendientes ligeramente planas, menores al 3%.

Los suelos se han formado a partir de depósitos superficiales aluvio coluviales (tefras, pómez y lodo); son suelos muy superficiales, drenaje pobre, textura medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH neutro y fertilidad muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 62% de la superficie está ocupada por gramíneas naturales (Tul); el 22% por cultivo de granos básicos; el 5% por un mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas de cultivo de granos básicos, intercalados por cultivos de hortalizas u otros usos; el 4% por café y el 7% restante por cultivos de hortalizas y flores de corte (UPGGR, 2010).

Las principales limitaciones son: drenaje natural pobre, profundidad efectiva muy superficial, régimen de humedad del suelo ácuico y frecuentes encharcamientos.

La vocación de estas tierras es para la conservación de la cobertura vegetal en un ecosistema inundado. Conservación de los recursos naturales.

5.6 TIERRAS DE LA CLASE VI

Los suelos de esta clase de tierras 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 que eviten la degradación y deterioro del recurso.

Esta clase ocupa una superficie de 16,570 ha correspondiente al 30.92% del total de la superficie: es la más extensa de las 7 clases que constituyen la leyenda del Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras del departamento de Sacatepéquez. Ver la Figura 5.2.

Se encuentran tierras de esta clase de capacidad de uso en paisajes de montaña volcano-erosional, altiplano hidro-volcánico y piedemonte hidro-volcánico. Se encuentra ubicada en los municipios de Antigua Guatemala, Alotenango, Jocotenango, Pastores, San Lucas Sacatepéquez, Santa Catarina Barahona, Santa Lucia Milpas Altas, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj, San Bartolomé Milpas Altas, San Miguel Dueñas, Sumpango Sacatepéquez, Santa María de Jesús, Ciudad Vieja y Magdalena Milpas Altas.

Las pendientes dominantes son las ligeramente escarpadas (25-50%), aunque puede tener valores menores pero otras limitaciones de suelos que lo conducen a esta clase. Los climas donde se encuentra son variados: frío húmedo (J), frío subhúmedo (F), semifrío húmedo (S), semifrío subhúmedo (N), templado húmedo (B), templado subhúmedo (Q), con rangos de temperatura media anual que varían desde 10 a 21°C y precipitaciones comprendidas entre los 800 a 2,900 mm anuales y en altitudes entre los 700 a los 2,700 metros sobre el nivel del mar. Los suelos han evolucionado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez). En general dominan los materiales de origen volcánico. Estos suelos son utilizados en la agricultura con cultivos de café bajo sombra, granos básicos, hortalizas, mora, aguacate, frutales, plantaciones arbóreas, plantaciones forestales, ganadería extensiva con pastos cultivados y naturales. También posee una cobertura de bosques mixtos (pino y encino) y bosques de especies latifoliadas. Ver Figura 5.6.





Figura 5.6 Tierras de clase VI, en la fotografía se observan algunos cultivos de maíz y bosquetes (Foto: C. García, 2009)

Las subclases determinadas son: VIp, VIs y VIps

5.6.1 Subclase por limitaciones de pendiente (VIp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente; está conformada por cuatro grupos de manejo.

5.6.1.1 Grupo de manejo VIp-1

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de las fincas San Nicolás, Santa Agusta y San Cayetano en el municipio de Alotenango. Ocupa un área de 1,117 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MBAe1, MBAep1 de la Consociación Aguacatepeque y MBCe1 de la Consociación Los Encinos, localizadas en clima templado húmedo (B), en el relieve estrato-volcán del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas finas, baja a media saturación de bases, alta capacidad de intercambio catiónico, pH ligeramente ácido, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 85% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 8% por el cultivo de maíz; el 3% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 2% por bosque latifoliado y el 2% restante por vegetación arbustiva baja (matorral) (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas, texturas finas (arcillosas) y frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos de clima templado, los cultivos principales son: café bajo sombra, macadamia. Otros usos posibles: siembra de plantas ornamentales (flores de corte y follaje); plantación de aguacate hass, persimón, nísperos. Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal existente).

Para el establecimiento de granos básicos (maíz-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 arveja china, ejote francés, minivegetales, acelgas, berros, brócolis, coles, tomate, chile y otros cultivos.

En general, se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, establecer terrazas individuales por planta. Para minimizar la erosión eólica debe plantarse barreras contravientos. Estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse el suelo bajo cobertura vegetal. Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas y químicas; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas, esta práctica ayuda también a mejorar el movimiento del agua en las áreas con texturas finas. Con respecto a la fertilización química, aplicar fuentes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, salvo la fase MBCe1 que requiere únicamente Nitrógeno y Fósforo. Las dosis dependerán de los análisis en finca. Debido a la moderada retención fosfórica, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

5.6.1.2 Grupo de manejo VIp-2

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la Granja Anabella del municipio de San Bartolomé Milpas Altas; en el paraje El Plan y parte alta de San Juan el Obispo del municipio de Antigua Guatemala y en los alrededores de la aldea Chirrosario del municipio de Santa María de Jesús. Ocupa un área de 476 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases MFAe1 de la Consociación Cerro Monterrico y MJBep1 de la Consociación Camino Volcán de Agua, localizadas en los climas frío subhúmedo (F) y clima frío húmedo (J), en relieves de filas y vigas y estrato-volcán del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos y profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural alta.



La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 29% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por vegetación arbustiva baja (matorral); el 28% por bosque mixto (pino y encino); el 22% por mosaicos de cultivos, o sea, pequeñas áreas de hortalizas intercaladas con granos básicos y otros usos; el 16% por el cultivo de maíz y el 5% por bosque latifoliado (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima frío, tales como el cultivo de la mora, arándanos, frutales deciduos (melocotón, ciruela, pera y manzana). Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal existente).

Para el establecimiento de granos básicos (maíz-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 papa, alcachofa, brócoli, repollo, coles y otros cultivos hortícolas.

En general, se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso establecer terrazas individuales en cada planta. Para minimizar la erosión eólica debe plantarse barreras contravientos. Estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse el suelo bajo cobertura vegetal. Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas y químicas; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo. Las dosis dependerán de los análisis en finca. Las tierras de la fase MJBep1 presentan moderada retención fosfórica por lo que debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta y cerca del área radicular. Estos suelos necesitan riego en la época seca, aplicando altos volúmenes y espaciados en el tiempo.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo

5.6.1.3 Grupo de manejo VIp-3

El grupo de manejo se localiza principalmente en los alrededores del Cerro de San Felipe, fincas La Follie, Santa Cruz, poblados San Cristóbal El Alto, San Mateo Milpas Altas, Santa Inés del Monte Pulciano del municipio de Antigua Guatemala. En los alrededores de la finca Filadelfia y poblado Las Pitas del municipio de Jocotenango; en los alrededores de la Finca El Paraíso y poblados de Panancho, Patzité, San Lorenzo El Tejar del municipio de Pastores; en la granja Anabella del municipio de San Bartolomé Milpas Altas; en los cerros Buena Vista, Alux, poblados Chicamán, Choacorral, fincas California, El Espinazo, granjas La Manzanita, Tierra Linda, labores Las Julias, Vista Hermosa, poblados Lourdes y Sierra De Mixco del municipio de San Lucas Sacatepéquez; en el cerro El Tigre y comunidad El Rosario del municipio de San Miguel Dueñas; en el poblado Matilandia del municipio de Santa Lucía Milpas Altas; en las comunidades Chirrosario, Pachojob del municipio de Santa María De Jesús; en las comunidades Manzanales, El Astillero, fincas Olibel, San Rafael, granjas La Montaña, Lorena Linn, Shan-Gri-Lá, labores Altamira, El Carmen y Parcelamiento Agrario Machali del municipio de Santiago Sacatepéquez; en los poblados Chicatop, Chupilá, granjas El Nido, Pamanzana, labor El Mojón de Xenacoj y poblado Paquisis del municipio de Santo Domingo Xenacoj; Cerro Chichulin, poblados Chipotón, El Rejón, Finca El Volante, Granja Coromoto, Labor San Pascual, de los poblados Patzité, Quintas del Tejar, Tunino y Valle de Primavera del municipio de Sumpango. Ocupa un área de 10,167 ha.

Este grupo esta conformado por las fases ANAe1 de la Consociación San Lorenzo, MNAe1 de la Consociación Los Pinos, MNBe1 de la Consociación El Rejón, MNCe1 de la Consociación Xeparquiy, MNDe1 y MNDe2 de la Consociación Jocotenango, MNEe1 de la Consociación Parrojas, MNFe1 de la Consociación Chicasanga, MNGe1 de la Consociación Milpas Altas, MNHe1 y MNHe2 de la

Consociación Parijuyú, MNIe1 de la Consociación El Tizate, MNJe1 de la Consociación Buena Vista, ASAe1 de la consociación Santiago, MSBe1 de la Consociación Chirosario, MSCe1 de la Consociación Santa María de Jesús, MSDe1 de la Consociación Tampico, MSEe1 de la Consociación La Libertad, MSGep1 de la Consociación Santa Marta, MSHe1 de la Consociación Miramar, MSIe1 y MSIe2 de la Consociación Las Flores, MSJe1 de la Consociación Magdalena y MSKe1de la Consociación San José Yalú, MSLe1 de la Consociación Santa Lucía, localizadas en climas semifrío subhúmedo (N) y semifrío húmedo (S); en relieve de lomas de altiplano hidrovolcánico, en estratovolcán, lomas, filas y vigas y glacís de montaña volcanoerosional; con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos; son suelos moderadamente superficiales a profundos, con drenaje moderado, bueno, moderadamente excesivo y excesivo, texturas medias; baja, media y alta saturación de bases, media y alta capacidad de intercambio de cationes, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad media, alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 37% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto (pino y encino); el 21% por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 17% con el cultivo de maíz; el 7% con vegetación arbustiva baja (matorral); 5% por bosque latifoliado; el 4% con el cultivo de café; el 1% con plantaciones de ciprés y el 8% restante es ocupado principalmente por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de ese grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada (en algunas áreas), mediana pedregosidad superficial (en algunas áreas), frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agroforestal, con cultivos de clima semifrío, los cultivos principales son: café bajo sombra y macadamia; frutales deciduos (melocotón, manzana, pera, ciruela); otros usos posibles: aguacate hass, mora, arándanos, persimón y nísperos, también para la implementación de plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal existente).

Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés y minivegetales; así como ajo, zanahoria, lechuga, remolacha, brócoli, tomate, chile, habas y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: terrazas individuales para los árboles, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento de barreras vivas, muertas y la construcción de acequias de ladera. Establecer barreras rompevientos para contrarrestar la erosión eólica. Estos suelos no pueden mecanizarse y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia, esto es muy importante en las áreas donde ya existe erosión moderada, para evitar que avance. Incorporar materia orgánica a través de la siembra e incorporación de abonos verdes, restos de cosechas y abonos orgánicos para mejorar sus condiciones físicas y químicas. Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo (las fases MNCe1 y MSDe1 necesitan Nitrógeno, Fósforo y Potasio), las dosis dependerán de los análisis de suelos realizados en finca. Las áreas en las que se reporta moderada retención fosfórica, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces. Debe aplicarse riego en la época seca, utilizando altos volúmenes y espaciados en el tiempo.



Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, incluyendo pastos mejorados y con una moderada carga animal por hectárea para evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.6.1.4 Grupo de manejo VIp-4

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la colonia Rosa Reyes del municipio de Ciudad Vieja; en los alrededores de la finca La Esmeralda del municipio de San Lucas Sacatepéquez y en las cercanías de la cabecera municipal de San Antonio Aguas Calientes. Ocupa un área de 1,440 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MQBe1, MQBe2 de la Consociación Guachipilín; MQCe1 de la Consociación Nueva Esperanza; MQDe1 de la Consociación Ciénaga Grande; MQFe1 de la Consociación Bola de Oro y MQGe1 de la Consociación Río Itzapa, todas localizadas en clima templado subhúmedo (Q), en relieves de filas y vigas, lomas y glacís del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos moderadamente superficiales y profundos, con drenajes buenos, moderado y excesivos, texturas muy finas y moderadamente gruesas, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio catiónico media y alta, pH ligeramente ácido a moderadamente ácido, fertilidad media a alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 38% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de maíz; el 23% por bosque mixto (pino y encino); el 14% por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos intercaladas con hortalizas y otros usos; el 9% por el cultivo de café; el 8% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 8% restante, está ocupada principalmente por un tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada en algunas áreas, suelos superficiales (en algunas áreas), texturas muy finas (arcillosas) en algunas áreas, frecuentes fragmentos de roca en el perfil y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima templado, tales como café bajo sombra y macadamia; otros cultivos posibles son el aguacate hass, persimón, nísperos, cultivo de ornamentales (flores de corte y follajes bajo invernadero). También presentan vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles: ganadería extensiva con establecimiento de pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.



Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, tomate, chile y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, así como establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar y 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; en las áreas con erosión moderada es muy importante mantener la cobertura vegetal. Se debe incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y otras propiedades físicas y químicas de los suelos, por lo que se recomienda la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas, esta práctica también ayuda a mejorar el movimiento del agua a través del perfil, en las áreas donde existen texturas muy finas. Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

En las áreas en las que se reporta moderado retención fosfórica (fases MQDe1 y MQFe1), debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta y cerca del área radicular. Debe aplicarse riego en la época seca, los volúmenes a aplicar y los intervalos dependerán de las texturas de los suelos. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea y evitando el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

5.6.2 Subclase por limitaciones de suelo (VIs)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con características específicas del suelo; está conformado por cuatro grupos de manejo.

5.6.2.1 Grupo de manejo VIs-1

El grupo de manejo se localiza a inmediaciones de las fincas La Unión y Monte María del municipio de Alotenango. Ocupa un área de 60 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases MHAdp1 de la Consociación La Carbonera; PHBdp1 del Grupo Indiferenciado Toledo y PHCc1 de la Consociación Monte María, localizados en un clima semicálido húmedo (H), en relieves de estrato-volcán, abanico y vallecito, del paisaje montaña volcano-erosional y piedemonte hidrovolcánico, con pendientes de moderadamente inclinadas (7-12%) a fuertemente inclinadas (12-25%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo) y depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, son suelos moderadamente superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas medias, media y alta saturación de bases, media y alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido y neutro, alta y muy alta fertilidad, abundantes fragmentos de roca en el perfil.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indica que el 63% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 22% por bosque latifoliado y el 15% restante, por tejido urbano discontinuo principalmente (UPGGR, 2010).



Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por abundantes fragmentos de roca en el perfil y en algunas áreas pedregosidad superficial.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima semicálido, tales como: hule con cobertura de “pueraria”; caña de azúcar para panela y otras especies como cítricos, cultivo de ornamentales (flores de corte y follajes) y café de bajura. Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.

Como prácticas de manejo se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, con medidas como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento de barreras vivas, muertas (utilizar las piedras en superficie para elaborarlas), acequias de ladera y pozos de infiltración, e incluso elaborar terrazas individuales. Asimismo, es necesario establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura (debido a los fragmentos de roca presentes en el perfil) y las propiedades físicas y químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo (en la fase PHBdp1, aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio), las dosis deberá ser calculadas con base en análisis locales en finca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.

5.6.2.2 Grupo de manejo VIs-2

El grupo de manejo se localiza en las cercanías de la aldea El Rosario del municipio de San Miguel Dueñas. Ocupa un área de 130 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos MJCd1 de la Consociación Las Calderas, localizada en clima frío húmedo (J), en relieve de estrato-volcán en el paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos, bien drenados, de texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, fertilidad natural muy alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indica que el 39% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por plantaciones de pino; el 25% por bosque latifoliado; el 19% por plantaciones de ciprés; el 6% por el cultivo de café y el restante 11%, por tejido urbano discontinuo principalmente (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo y texturas esqueléticas.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima frío, tales como plantaciones de deciduos (manzana, pera, melocotón, ciruela), plantaciones de mora, arándanos y frambuesa. Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente; asimismo, es indispensable para sembrar hortalizas como la papa, coles, repollos, brócoli, apio, espinaca y otras especies hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica tales como siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras



vivas, muertas y terrazas individuales. Establecer cortinas rompevientos para minimizar 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. 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, en este caso ayuda a mejor la estructura del suelo, debido a los fragmentos presentes en el perfil. Con respecto a la fertilización química, debe aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo, evitando el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo de los suelos.

5.6.2.3 Grupo de manejo VIs-3

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la finca San Sebastián, en el municipio de San Miguel Dueñas. Ocupa un área de 341 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos MBBd1 de la Consociación Tempisque, localizada en clima templado húmedo (B), en relieve de estrato-volcán en el paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas gruesas, alta saturación de bases, baja capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 98% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café bajo sombra y el restante 2%, por vegetación arbustiva baja (UPGGR, 2010). Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por presentar abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo, así como texturas gruesas.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima templado, tales como: café bajo sombra, pacayas, macadamia; otros cultivos posibles son las plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente; asimismo, es indispensable para sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales y hortalizas como la acelga, lechuga, tomate, chile y otras especies hortícolas.



Se recomienda aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer cortinas rompevientos para minimizar 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. Necesitan materia orgánica, debe incorporarse restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos, con esto se mejoran las características físicas y químicas del suelo, en este caso ayuda a mejorar la estructura, debido a las texturas gruesas y a los fragmentos presentes en el perfil. Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Necesita riego en época seca, aplicar bajos volúmenes de agua en intervalos cortos en el tiempo por goteo o aspersión. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo, evitando el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo de los suelos.

5.6.2.4 Grupo de manejo VIs-4

Las tierras de este grupo de manejo se ubican a inmediaciones de las fincas El Pedregal, Santa Augusta, San Nicolás y El Amatón; en los alrededores de la granja la Joya y la montaña el Astillero del municipio de Alotenango. Abarca una superficie de 2,007 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos PBAb1, PBAbp1, PBAc1, PBAc2, PBAcp1, PBAdp1, PBAdp2 de la Consociación Alotenango, localizadas en clima templado húmedo (B), en abanico del paisaje de piedemonte hidro-volcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), son suelos superficiales, bien drenados, texturas medias, media saturación de bases, media capacidad de intercambio catiónico, pH neutro, fertilidad media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 60% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 13% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 9% por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 7% por maíz y el restante 11%, por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por ser suelos superficiales, contienen abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil, presentan mediana pedregosidad superficial en algunas áreas.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima templado, tales como café bajo sombra, pacayas, macadamia; asimismo, se pueden establecer cultivos de aguacate hass, nísperos y el cultivo de ornamentales (flores de corte y follaje). Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente; asimismo, es indispensable para sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales y hortalizas como la acelga, lechuga, tomate, chile y otras especies hortícolas.

Se recomienda aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas (en áreas con presencia de piedras en superficie utilizarlas para realizarlas), acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Para minimizar los efectos de la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Necesitan materia orgánica para mejorar sus características físicas y químicas, para ello incorporar los restos de cosechas, abonos verdes y abonos orgánicos. Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo, evitando el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo de los suelos.

5.6.3 Subclase por limitaciones de pendiente y suelo (VIps)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con las pendientes y con características del suelo; está conformada por dos grupos de manejo.



5.6.3.1 Grupo de manejo VIps-1

El grupo de manejo se localiza a inmediaciones del poblado de Chiatinival del municipio de Santa María de Jesús; en la finca San Sebastián de San Miguel Dueñas y en la labor del Socorro del municipio de Alotenango. Ocupa un área de 628 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MBBe1 de la Consociación Tempisque y MBEe1 de la Consociación Chiatinival, localizadas en el clima templado húmedo (B), en los relieves de estrato-volcán y filas-vigas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos, drenaje bueno y excesivo, texturas gruesas, alta saturación de bases, baja y alta capacidad de intercambio de cationes, pH neutro, fertilidad alta, abundantes fragmentos de roca en el perfil.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 37% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 30% por bosque mixto (pino y encino); el 16% por mosaico de cultivos, o sea, pequeñas áreas cultivadas con granos básicos, intercaladas con hortalizas y otros usos; el 13% por maíz y el 4% restante por vegetación arbustiva baja y parches de bosque (UPGGR, 2010). Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil y en algunas áreas, pedregosidad superficial.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima templado tales como: café bajo sombra, pacayas, macadamia; otros cultivos posibles son: aguacate hass, nísperos, cultivo de ornamentales (flores de corte y follaje). Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, espárragos, tomate, chile y otros cultivos hortícolas.

Se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales en cada planta. Establecer barreras contravientos para minimizar la erosión eólica. Por sus limitantes estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse una cobertura vegetal. Necesitan materia orgánica para mejorar sus características físicas y químicas, para ello incorporar los restos de cosechas, abonos verdes y abonos orgánicos. Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo, evitando el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo de los suelos.



5.6.2.2 Grupo de manejo VIps-2

El grupo de manejo se localiza en los alrededores del Paraje El Colmenar del municipio de San Miguel Dueñas y Finca El Molino del municipio de Pastores. Ocupa 204 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases MNIep1 de la Consociación El Tizate, MSAe y MSAe1 de la Consociación Quisaché, localizadas en clima semifrío húmedo (S) y subhúmedo (N), en relieves de estrato-volcán y lomas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y materiales piroclásticos consolidados (tobas), son suelos superficiales y profundos, drenaje bueno y excesivo, texturas gruesas, saturación de bases alta y media, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligeramente ácido y ligeramente alcalino, fertilidad media y alta, erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 73% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 21% por bosque latifoliado; el 1% por plantaciones de pino y el 5% por tejido urbano continuo principalmente (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por presentar pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil, texturas gruesas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima semifrío, tales como: café bajo sombra, macadamia, así como otros cultivos: mora, aguacate hass, nísperos, ornamentales (flores de corte y follaje). Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz-frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, espárragos, tomate, chile y otros cultivos hortícolas.

Se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales en cada planta. Establecer barreras contravientos para minimizar la erosión eólica. Por sus limitantes estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse una cobertura vegetal. Necesitan materia orgánica para mejorar sus características físicas y químicas, para ello incorporar los restos de cosechas, abonos verdes y abonos orgánicos. Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo (en la fase MNIep1 aplicar Nitrógeno y Fósforo), la fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

Considerando la moderada retención de fosfatos (fases MSAe y MSAe1), debe agregarse fertilizantes fosforados de liberación lenta cercanos a las áreas radiculares. Se recomienda implementar riego en la época seca, utilizando láminas de menor volumen en aplicaciones frecuentes, el método de aplicación puede ser por goteo o aspersión. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobre pastoreo y el pisoteo excesivo.



5.7 TIERRAS DE LA CLASE VII

Los suelos de esta clase de tierras tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de cultivos y requieren muy cuidadosas prácticas de manejo. Su vocación principal es la forestal de producción para plantaciones forestales y manejo del bosque natural. Puede admitir actividades agroforestales, es decir, una combinación de actividades agrícolas de bajo impacto combinadas con la protección de la cubierta forestal, pero en este caso bajo severas practicas de conservación de suelos. Todas las actividades forestales deben ser realizadas bajo planes de manejo.

Esta clase ocupa una superficie de 14,747 ha que equivale al 27.51% del total departamental. Se encuentra en paisajes de montaña volcano-erosional, altiplano hidro-volcánico y piedemonte hidro-volcánico. Se ubica en los municipios de Alotenango, Antigua Guatemala, Jocotenango, Magdalena Milpas Altas, Pastores, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucia Milpas Altas, Santiago Sacatepéquez, San Miguel Dueñas, Santa María de Jesús, Santo Domingo Xenacoj, San Bartolomé Milpas Altas y Sumpango Sacatepéquez, Sacatepéquez y Jocotenango. Ver Figura 5.2.

Las pendientes dominantes son moderadamente escarpadas (50-75%), aunque pueden tener menores pendientes y presentar otras características limitantes que los lleven a esta clase. Los climas donde se encuentra son: muy frío húmedo (J), semifrío húmedo (S), templado húmedo (B), templado subhúmedo (Q) y semicálido húmedo (H), con rangos de temperatura media anual que varían de 10 a 21°C y precipitaciones comprendidas entre los 800 y los 3,200 mm anuales, en altitudes comprendidas entre los 670 y los 3,400 metros sobre el nivel del mar.

Los suelos han evolucionado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y materiales piroclásticos no consolidados (cenizas, pómez y tefras). En general dominan los materiales de origen volcánico. Estos suelos están siendo utilizados para el cultivo de café bajo sombra, presentan cobertura de bosque natural de pino y encino y bosque latifoliado. En pequeñas áreas se utilizan para el cultivo de granos básicos y otros cultivos agrícolas. Ver la Figura 5.7.



Figura 5.8 Tierras de clase VII, en la fotografía se observa el bosque mixto (Foto: G. Bonilla, 2009)

Esta clase incluye cinco subclases: VIIp; VIIe; VIIpe; VIIpc y VIIpes

5.7.1 Subclase por limitaciones de pendiente (VIIp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente; está conformada por cuatro grupos de manejo.

5.7.1.1 Grupo de manejo VIIp-1

Este grupo se localiza en las inmediaciones del paraje Agua blanca y montaña del Astillero del municipio de Alotenango; a inmediaciones de la Finca San Sebastián y Labor Melgar del municipio de San Miguel Dueñas y en la Comunidad Indígena Pantiguat del municipio de Santa María de Jesús. Ocupa un área de 623 ha.

El grupo de manejo está conformado por las fases MBAf de la Consociación Aguacatepeque; MBBf1 y MBBfp1 de la Consociación Tempisque y MBEf1 de la Consociación Chiatinival, localizadas en clima templado húmedo (B), sobre relieve estrato volcán y filas-vigas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos, bien y excesivamente drenados, texturas esqueléticas finas, baja y alta saturación de bases, baja y alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido y neutro, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras, indica que el 52% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 26% por bosque latifoliado; el 13% por cultivo de maíz; el 7% por matorrales y el 2% restante por mosaico de cultivos, o sea, cultivo de granos básicos intercalados con otros cultivos (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por las pendientes moderadamente escarpadas y la presencia de texturas esqueléticas en el suelo. La vocación de estas tierras es forestal de producción, para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible es el cultivo de café bajo sombra.

Para realizar las actividades forestales, se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, tales como mantener el sotobosque y la hojarasca, realizar barreras muertas y acequias de ladera. El aprovechamiento forestal realizarlo en época seca y efectuarlo bajo un plan de manejo que establezca todas las medidas a adoptar para el manejo sostenible del bosque y su recuperación. Para mantener la masa boscosa se recomienda establecer medidas para control de incendios.

Para la plantación de café bajo sombra se recomienda implementar severas prácticas de conservación de suelos, realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y la plantación realizarla sobre terrazas individuales. Debe mantenerse cobertura vegetal como sombra del café y cortinas rompevientos.

Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, por lo que se debe mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos; con referencia a los fertilizantes químicos necesitan aporte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca. Debido a la moderada retención fosfórica en la fase MBAf, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces



5.7.1.2 Grupo de manejo VIIp-2

Este grupo se localiza en el Cerro El Cucurucho y la Cumbre de San Mateo del municipio de Antigua Guatemala; el Cerro Las Minas y la Montaña de Carmona del municipio de Magdalena Milpas Altas; y el Cerro El Rejón en el municipio de Sumpango. El grupo de manejo abarca una superficie de 1,887 hectáreas.

El grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MFAf, MFAf1 y MFAf2 de la Consociación Cerro Monterrico; MJAfp y MJAfp2 de la Consociación Volcanes y MJBfp y MJBfp1 de la Consociación Camino Volcán de Agua, localizados en climas frío subhúmedo (F) y frío húmedo (J), sobre relieves de estrato volcán y filas-vigas del paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos profundos y moderadamente profundos, con drenaje bueno y excesivo, de texturas finas y medias, con alta y media saturación de bases, media y alta capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras, indica que el 89% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto (coníferas y latifoliadas); el 6% por matorrales; el 2% por cultivo de maíz y el restante 3% del área está ocupado por otros usos menores como café y plantaciones forestales de coníferas (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por las pendientes moderadamente escarpadas, el drenaje excesivo, la presencia de abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil y abundante pedregosidad superficial.

La vocación de estas tierras es forestal de producción, para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales, así como el manejo sostenible del bosque natural existente.

Se recomienda muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, tales como mantener el sotobosque y la hojarasca, realizar barreras muertas y acequias de ladera que disminuyan la escorrentía superficial. El plan de manejo debe establecer que el aprovechamiento forestal sea realizado en época seca y la reforestación en la temporada lluviosa. Se deben establecer medidas para el control de incendios. Para mantener la fertilidad, estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, a través del mantenimiento de la hojarasca y la aplicación de abonos orgánicos, especialmente en las etapas iniciales de las plantaciones forestales. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca. Debido a la moderada retención fosfórica en las fases MJBfp y MJBfp1, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces



5.7.1.3 Grupo de manejo VIIp-3

Este grupo de manejo se localiza a inmediaciones de Agua Colorada, Cerro El Hato, Cerro El Narizón, Cerro El Pinón, El Cerrito, El Hato, El Tambor, El Virrey, Finca Cabrejo, Finca Carmona, Finca Santa Clara, Guardianía, Pueblo Nuevo, San Cristóbal El Bajo, San Juan Gascón, Santa Ana, Santa Catarina Bobadilla, Santa Isabel y Villa Julia del municipio de Antigua Guatemala; fincas Bella Vista, Santa Bárbara y Tegucigalpa, La Ventanilla, San José La Rinconada y Vista Hermosa del municipio de Jocotenango; Astillero Municipal Tzanjuyú, Balneario San Lorenzo, Cerro El Manzanillo, Cerro El Niño, Cerro El Rodeo, Cerro Pablo, Colonia El Tizate, Finca Chuito, Finca La Cruz, Finca Santa Rosa,

Los Planes, Matute, Pastores y San Luis Las Carretas del municipio de Pastores; Buena Vista y Cerro El Astillero del municipio de San Bartolomé Milpas Altas; Labor El Melgar, Tampico, Santa Catarina Barahona, El Pozo y El Tigre del municipio de San Miguel Dueñas; cerros Chococ, Pachalí y Sabana Grande del municipio de Santa María de Jesús; Cerro Tzuluj y Finca Cruz De Piedra del municipio de Santo Domingo Xenacoj y Finca El Guachipilín, La Ventanilla, Labor Chisate y Los Camotales del municipio de Sumpango. El grupo abarca una superficie de 7,288 ha.

Se conforma con las fases de suelos ANDf2 de la Consociación Casa Blanca; MNAf1 y MNAf2 de la Consociación Los Pinos; MNBf1 y MNBf2 de la Consociación El Rejón; MNDf1 y MNDf2 de la Consociación Jocotenango; MSAfp, MSAfp1 y MSAfp2 de la Consociación Quisaché; MSBf de la Consociación Chirosario; MSEf1 de la Consociación La Libertad; MSFfp1 de la Consociación Cerro Agua de Las Minas y MSGf1 de la Consociación Santa Marta; localizados en clima semifrío húmedo (S) y semifrío subhúmedo (N), sobre terraza, filas-vigas y estrato volcán del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presenta erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos moderadamente profundos y profundos, con drenaje moderado, bueno y excesivo, con texturas moderadamente finas, moderadamente gruesas y gruesas, saturación de bases media y alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras, muestra que el 33% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto (pino y encino); el 20% por bosque latifoliado; el 19% por matorrales; el 8% por el cultivo de maíz; 8% por el cultivo del café; 6% por mosaicos de cultivos (áreas pequeñas de granos básicos intercaladas con áreas de otros cultivos y usos); mientras que el restante 6% del área, está ocupado por otros usos como plantaciones de coníferas, hortalizas y pastos naturales (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por las pendientes moderadamente escarpadas; el drenaje moderadamente excesivo a excesivo, los abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo, la abundante pedregosidad superficial y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La vocación de estas tierras es forestal de producción para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente.

Para evitar la erosión hídrica y la destrucción de los agregados del suelo por efecto de la gota de lluvia, se recomienda mantener el sotobosque. Para el caso de las plantaciones forestales deben realizarse muy fuertes prácticas de conservación de suelos, plantar siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales al momento de la plantación. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que se recomienda mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos; durante el establecimiento de las plantaciones forestales se recomienda la aplicación de Nitrógeno y Fósforo. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca. Debido a la moderada retención fosfórica en las fases MSAfp, MSAfp1, MSAfp2 y MSEf1, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces.

5.7.1.4 Grupo de manejo VIIp-4

El grupo de manejo se localiza a inmediaciones de la comunidad San Andrés Cevallos del municipio de San Antonio Aguas Calientes; fincas El Refugio y Xelajú, Labor las Mercedes y Zorzoyá del municipio

de San Lucas Sacatepéquez; Finca Venecia y Granja Archi del municipio de San Miguel Dueñas y finca San José Yalú en el municipio de Sumpango. La superficie ocupada por el grupo es de 1,233 hectáreas.

El grupo está integrado por las fases MQBf1 de la Consociación Guachipilín y MQEf1 de la Consociación Tierra Blanca; se encuentran localizadas en un clima templado subhúmedo (Q), sobre relieve de filas y vigas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos moderadamente superficiales y profundos, con drenaje moderado y excesivo, texturas medias, saturación de bases baja y alta, capacidad de intercambio media y alta, pH ligeramente ácido, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras, muestra que el 44% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto (pino y encino); el 21% por cultivo de maíz; el 15% por matorrales; el 9% por cultivo de café; el 4% por mosaicos de cultivos (áreas pequeñas de granos básicos intercaladas con áreas de otros cultivos y usos); el restante 7% del área está ocupado por otros usos diversos: bosque latifoliado, hortalizas, centros urbanos y pastos naturales (UPGGR, 2010).

Las principales limitaciones para las tierras del grupo de manejo son las pendientes moderadamente escarpadas; el drenaje moderadamente excesivo a excesivo, los frecuentes y abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo y las deficientes precipitaciones durante un semestre del año.

La vocación de estas tierras es forestal de producción para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente.

Para evitar la erosión hídrica y la destrucción de los agregados del suelo por efecto de la gota de lluvia, se recomienda mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía. Las plantaciones forestales deben realizarse con muy fuertes prácticas de conservación de suelos; plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales al momento de la plantación. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que se recomienda mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos; durante el establecimiento de las plantaciones forestales se recomienda la aplicación de Nitrógeno y Fósforo. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca.

5.7.2 Subclase por limitaciones de erosión (VIIe)

Esta subclase presenta limitaciones con la erosión, abarca dos grupos de manejo.



5.7.2.1 Grupo de manejo VIIe-1

Este grupo de manejo se distribuye en las inmediaciones de la Finca Santa Isabel y La Unión del municipio de Alotenango y en las inmediaciones de la Finca El Nacimiento del municipio de Santa María de Jesús. La superficie ocupada por el grupo es de 69 hectáreas.

El grupo está conformado por las fases MHBep3 de la Consociación Escarpes del Guacalate; y PHBdp3 del Grupo Indiferenciado Toledo; localizados en clima semicálido húmedo (H) sobre relieves de escarpes y de abanico de los paisajes montaña volcanoerosional y piedemonte hidrovolcánico, con

pendientes entre fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), con presencia de erosión severa.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), son suelos que van de superficiales a moderadamente profundos, con drenaje moderadamente excesivo, son de texturas medias y gruesas, poseen alta saturación de bases, capacidad de intercambio de cationes baja y alta, pH neutro y fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras, muestra que el 62% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 23% por bosque latifoliado; el 3% por pastos cultivados, el 12% restante está ocupado por ríos, playas, arenales y otros usos en pequeñas superficies (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por erosión severa, drenaje moderadamente excesivo, así como abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo y mediana pedregosidad superficial.

La vocación de estas tierras es forestal de producción, para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente.

Se debe mantener 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. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que debe incluir un programa permanente y anual del control de los incendios forestales. Las plantaciones forestales deben realizarse con muy fuertes prácticas de conservación de suelos; plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales al momento de la plantación. Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que se recomienda mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. Asimismo durante el establecimiento de las plantaciones forestales es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca.

5.7.2.2 Grupo de manejo VIIe-2

El grupo se distribuye geográficamente en cañones y cañadas de los alrededores del Río San José, riachuelo Chilayó, Caserío San José municipio de San Lucas; el río Pansalic del municipio de Santiago Sacatepéquez y riachuelo Panimaquim del municipio de Magdalena Milpas Altas. Ocupa una superficie de 315 hectáreas.

El grupo se integra con las fases MCCe3 de la Consociación La Bolsa y MSNd3 y MSNe3 del Grupo Indiferenciado Río San Joaquín Están ubicadas en climas que van de templado subhúmedo a frío húmedo (C) y semifrío húmedo (S); en tipo de relieves de cañones y cañadas y estrato volcán, forma del terreno cañones y cañadas, laderas del paisajes montaña volcano-erosional; en pendientes de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), con presencia de erosión severa.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos superficiales y profundos, con drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH de ligeramente ácido a neutro, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras, indica que el 57.2% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto (pino y encino); el 11.5% por el cultivo de café; 11.8% son bosques

latifoliados; 5.8% mosaico de cultivos (áreas pequeñas con granos básicos y otros usos intercalados); 1% plantaciones de pino, 10% de tejido urbano, el 2.7 restante está ocupada por otros usos diversos (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por la presencia de erosión severa en todas las fases, pendientes que van de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, extremadamente abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es forestal de producción, para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente.

Se recomienda mantener una cobertura vegetal permanente para evitar la destrucción de los agregados del suelo por efecto de la gota de lluvia, así como mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que debe incluir un programa permanente y anual del control de los incendios forestales. Las plantaciones forestales se deben realizar con muy fuertes prácticas de conservación de suelos; plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales al momento de la plantación. Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que se recomienda mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. En la etapa de establecimiento de las plantaciones forestales aplicar Nitrógeno y Fósforo.

5.7.3 Subclase por limitaciones de pendiente y erosión (VIIpe)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente y la erosión, abarca un grupo de manejo.

5.7.3.1 Grupo de manejo VIIpe-1

El grupo se localiza a inmediaciones de la Finca Monte María del municipio de Alotenango. Ocupa una superficie de 30 hectáreas.

El grupo se integra con la fase PHBfp3 del Grupo Indiferenciado Toledo; localizada en el clima semicálido húmedo (H), ubicada en un relieve de abanico del paisaje piedemonte hidrovolcánico; en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presenta erosión severa.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), son suelos moderadamente profundos, con drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, fertilidad alta.



La cobertura vegetal y uso actual de las tierras, muestra que el 70% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 23% por el cultivo de caña de azúcar; el 3% por pastos cultivados; el 4% restantes está ocupado por ríos, playas y arenales (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones para el uso por presentar pendientes moderadamente escarpadas y la presencia de erosión severa.

La vocación de estas tierras es forestal de producción, para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible de realizarse es el café de bajura bajo sombra.

En las actividades forestales, las prácticas de manejo para evitar la erosión hídrica son mantener el sotobosque y la hojarasca, realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos, como establecer barreras muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración, plantar siguiendo curvas de nivel y realizar terrazas individuales al momento de la plantación. El aprovechamiento forestal debe realizarse en época seca y efectuarse bajo un plan de manejo que establezca todas las medidas a adoptar para el aprovechamiento del bosque y su recuperación. Para mantener la masa boscosa se recomienda establecer medidas para control de incendios.

Para las actividades agroforestales (cultivo del café) se recomienda: implementar severas prácticas de conservación de suelos, realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y a la plantación realizar terrazas individuales. Debe mantenerse cobertura vegetal como sombra del café y cortinas rompevientos, para disminuir la erosión hídrica y eólica. Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, por lo que se debe incorporar la hojarasca, aplicar abonos orgánicos y fertilizante químico que sean fuente de Nitrógeno y Fósforo. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca.

5.7.4 Subclase por limitaciones de pendiente y clima (VIIpc)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con pendientes y clima, presenta únicamente un grupo de manejo.

5.7.4.1 Grupo de manejo VIIpc-1

El grupo de manejo se localiza en la parte media del Volcán de Acatenango en los municipios de Alotenango y San Miguel Dueñas. El grupo ocupa 611 hectáreas.

El grupo está integrado únicamente por la fase MDAf2 de la Consociación Faldas del Volcán de Acatenango; la cual está ubicada dentro del clima muy frío húmedo (D), sobre estrato volcán del paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), con presencia de erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente superficiales, con drenaje excesivo, texturas moderadamente gruesas, saturación de bases y capacidad de intercambio de cationes baja, pH fuertemente ácido y fertilidad media.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras, muestra que el 96% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque latifoliado (ilamo, encino, cedrillo y otras especies); el 4% por bosque mixto (pino y encino) y plantaciones de ciprés (UPGGR, 2010).

Las limitaciones principales presentadas por el grupo de manejo son las pendientes moderadamente escarpadas, la presencia de un piso térmico muy frío húmedo, un drenaje excesivo y abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo.

La vocación de estas tierras es forestal de producción, para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente.

Se recomienda mantener una cobertura vegetal permanente para evitar la destrucción de los agregados del suelo por efecto de la gota de lluvia, así como mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía.



Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que debe incluir un programa permanente y anual del control de los incendios forestales. Las plantaciones forestales se deben realizar con muy fuertes prácticas de conservación de suelos; plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales al momento de la plantación. Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que se recomienda mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. En la etapa de establecimiento de las plantaciones forestales aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca. Debido a la moderada retención fosfórica, debe aplicarse fertilizantes fosfatados de liberación lenta cercanos a las raíces.

5.7.5 Subclase por limitaciones de pendiente, erosión y suelo (VIIpes)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente, la erosión y características propias del suelo, incluye un grupo de manejo.

5.7.5.1 Grupo de manejo VIIpes-1

El grupo se distribuye geográficamente en cañones y cañadas de los alrededores del río Xaltayá del entre el municipio de Santo Domingo Xenacoj y Santiago Sacatepéquez, la Finca Santa Isabel del municipio de Alotenango; en las cercanías del Astillero Municipal Tzanjuyú, riachuelo Agua Caliente del municipio de Pastores; en las cercanías de la Granja San Rafael del municipio de San Bartolomé Milpas Altas. Ocupa una superficie de 2,691 hectáreas.

El grupo se integra con las fases MCBf3 y MCBfp3 del Grupo Indiferenciado Quebrada de la Virgen; la fase MCCf3 de la Consociación La Bolsa; la fase ANEf2 del Grupo Indiferenciado Los Aposentos y las fases ASDf3 del Grupo Indiferenciado Río Xaltayá y MBDf3 de la Consociación Río Blanco. Están ubicadas en climas que van de templado subhúmedo (Q) a semifrío húmedo (S); en tipo de relieve estrato volcán, forma del terreno cañones y cañadas de los paisajes montaña volcano-erosional y altiplano hidrovolcánico; en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), con presencia de erosión moderada y severa.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos superficiales y moderadamente superficiales, con drenaje bueno y excesivo, texturas gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes baja y alta, pH de ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de las tierras, indica que el 46.7% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto (pino y encino); el 15.4% por el cultivo de café; el 10.5% son matorrales; el 8.5% son bosques latifoliados; 7.7% mosaico de cultivos (áreas pequeñas con granos básicos y otros usos intercalados); 6.4% por cultivos de granos básicos, el 4.8% restante está ocupado por otros usos diversos(UPGGR, 2010).



Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por las pendientes moderadamente escarpadas, presencia de erosión severa, extremadamente abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil; además drenaje excesivo, abundante pedregosidad superficial en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es forestal de producción, para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente.

Se recomienda mantener una cobertura vegetal permanente para evitar la destrucción de los agregados del suelo por efecto de la gota de lluvia, así como mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que debe incluir un programa permanente y anual del control de los incendios forestales. Las plantaciones forestales se deben realizar con muy fuertes prácticas de conservación de suelos; plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales al momento de la plantación. Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que se recomienda mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. En la etapa de establecimiento de las plantaciones forestales.

5.8 TIERRAS DE LA CLASE VIII

En estas tierras los suelos tienen limitaciones extremas, no reúnen las mínimas condiciones edáficas, climáticas, de pendientes o de drenaje requeridas para establecer cultivos, pastos o bien producción forestal. Son tierras cuya vocación es la conservación de los recursos boscosos, recursos hídricos y biodiversidad asociada. En el departamento esta clase ocupa una superficie de 3,522 ha lo que significa un 6.57% del territorio. Ver Figura 5.2.

Incluye diferentes clases de tierras: tierras de ceniza, misceláneos erosionados, depósitos de cauce de ríos, tierras con abundantes afloramientos rocosos; tierras con calvas de erosión; tierras de cañones, cañadas y barrancos con pendientes fuertemente escarpadas. Asimismo, los conos volcánicos de los tres volcanes del departamento.



Figura 5.9 Tierras de la clase VIII. En la toma de la izquierda se observan un cono volcánico y en la de la derecha las laderas de un cañón (Fotos: C. García, 2009)

Estas tierras se distribuyen en los paisajes montaña volcano-erosional y piedemonte hidro-volcánico, en los climas extremadamente frío húmedo (Z), muy frío húmedo (D), semifrío húmedo (S), semifrío subhúmedo (N), templado subhúmedo (Q) y semicálido húmedo (H). En general, presentan pendientes fuertemente escarpadas (>75%); sin embargo, existen suelos de esta clase con pendientes menos inclinadas pero que poseen otras limitaciones muy severas lo que ha provocado que se incluyan en esta clase de capacidad de uso ver Figura 5.7.

Los suelos se han originado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas).

Las subclases determinadas en esta clase son: VIIIp, VIIIc y VIIIpes.

5.8.1 Subclase por limitaciones de pendiente (VIIIp)

Esta subclase posee limitaciones por pendientes y se conforma con dos grupos de manejo.

5.8.1.1 Grupo de manejo VIIIp-1

El grupo de manejo se localiza a inmediaciones del Volcán de Agua en jurisdicción del municipio de Ciudad Vieja; Cerro Monterrico del municipio de Magdalena Milpas Altas; del poblado San Luis Pueblo Nuevo del municipio de Pastores y Cerro Panacoy y Malpaso del municipio de Santa María de Jesús. Ocupa una superficie de 2,149 hectáreas.

El grupo se conforma con las fases MDBgp de la Consociación Mal Paso; MNAg de la Consociación Los Pinos, MNDg1 de la Consociación Jocotenango; MNKg1 de la Consociación San Luis; MQBg1 de la Consociación Guachipilín; MSEg1 de la Consociación La Libertad; MSFg1 de la Consociación Cerro Agua de las Minas y MZBgp2 de la Consociación Volcán de Agua; ubicadas en climas templado subhúmedo (Q), semifrío húmedo (S), semifrío subhúmedo (N), muy frío húmedo (D) y extremadamente frío húmedo (Z); sobre relieves de estrato volcán, escarpes y filas y vigas del paisaje montaña volcano-erosional; en pendientes fuertemente escarpadas (>75%), con erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), los suelos van de muy superficiales a muy profundos, con drenaje de bueno a moderadamente excesivo, texturas medias (gruesas en algunas áreas), saturación de bases baja y alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 49% de la superficie total del grupo de manejo es ocupado por bosque latifoliado; el 21% con matorrales: el 21% con bosque mixto y el restante 9% está dedicado a algunos usos agrícolas (maíz, café, hortalizas), sectores rocosos, pastos naturales y frutales (UPGGR, 2010).

La principal limitante para el uso de estas tierras lo constituyen las pendientes fuertemente escarpadas, por lo que su vocación es la protección de la cobertura boscosa, protección de los recursos hídricos y la biodiversidad asociada.

Debe conservarse el bosque existente, propiciar la regeneración natural en los sectores deforestados, revegetalizar con especies nativas, evitar la extracción de recursos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer un programa de control de incendios forestales.

5.8.1.2 Grupo de manejo VIIIp-2

El grupo se localiza a inmediaciones del poblado El Colmenar del municipio de San Miguel Dueñas y el poblado Mashul del municipio Santa Lucía Milpas Altas. Ocupa una superficie de 389 hectáreas.



El grupo se conforma con las fases MCAg3 de la Consociación El Tesoro; MHBgp3 de la Consociación Escarpes del Guacalate y MSNg3 del Grupo Indiferenciado Río San Joaquín; ubicadas en climas templado subhúmedo a frío húmedo (C), semicálido húmedo (H) y semifrío húmedo (S) respectivamente; sobre relieves de estrato volcán, escarpes y cañones y cañadas del paisaje montaña volcano-erosional; en pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presenta erosión severa.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), los suelos van de superficiales a profundos, con drenaje de bueno a excesivo, las texturas son moderadamente gruesas y gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes de baja a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad alta y media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 51% de la superficie total del grupo de manejo es ocupado por bosque latifoliado; el 20% con el cultivo de café; el 18% con bosque mixto (pino y encino) y el restante 11% está dedicado a algunos usos agrícolas (maíz, hortalizas, mosaico de cultivos) (UPGGR, 2010).

La limitación principal para este grupo de manejo lo constituyen las pendientes fuertemente escarpadas y erosión severa. La vocación de estas tierras es la protección de la cobertura boscosa, protección de los recursos hídricos y la biodiversidad asociada

Debe conservarse el bosque existente, propiciar la regeneración natural en los sectores deforestados, establecer programas para recuperar suelos erosionados, revegetalizar con especies nativas, evitar la extracción de recursos naturales, evitar las prácticas agrícolas y establecer un programa de control de incendios forestales.

5.8.2 Subclase por limitaciones de clima (VIIIc)

Esta subclase posee limitaciones climáticas, se conforma con un grupo de manejo.

5.8.2.1 Grupo de manejo VIIIc-1

Este grupo se localiza en la parte alta del cono del Volcán de Acatenango. Ocupa una superficie de 337 hectáreas.

Se integra con la fase MZAfp3 de la Consociación Volcán de Acatenango; ubicada en clima extremadamente frío húmedo (Z); sobre relieve de estrato volcán del paisaje montaña volcano-erosional; en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presenta erosión severa.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos profundos, con drenaje excesivo, de texturas gruesas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes muy baja, pH ligeramente ácido y fertilidad natural baja.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 69% de la superficie total del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto (pino y encino); el 30% con bosque latifoliado; y el restante 1% está ocupado por rocas y lavas (UPGGR, 2010).

Las principales limitantes para el grupo de manejo están dadas por un clima extremadamente frío, pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa y abundancia de fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo. La vocación de estas tierras es la protección de la cobertura boscosa, protección de los recursos hídricos y la biodiversidad asociada.

Debe conservarse el bosque existente, propiciar la regeneración natural en los sectores deforestados, establecer programas para recuperar suelos erosionados, revegetalizar con especies nativas, evitar la extracción de recursos naturales, evitar las prácticas agrícolas y establecer un programa de control de incendios forestales.

5.8.3 Subclase por limitaciones de pendiente, erosión y suelo (VIIIpes)

Esta subclase posee limitaciones por pendiente, erosión actual y suelo. La conforma un grupo de manejo.

5.8.3.1 Grupo de manejo VIIIpes-1

Este grupo está conformado por tierras de cenizas (TC), localizadas en las partes altas de los conos de los volcanes de Fuego y Acatenango con una extensión de 405 ha; asimismo, por depósitos de cauce (DC) que se ubican a inmediaciones de la finca Santa Clara Las Lajitas, en el municipio de Alotenango donde ocupa un área de 223 ha y también pertenecen a este grupo de manejo, las canteras (CN) de extracción de materiales que se encuentran ubicadas en los municipios de Alotenango y San Lucas Sacatepéquez, con una superficie de 19 ha. El grupo de manejo posee en total un área de 647 hectáreas.

Se ubican en los climas extremadamente frío húmedo, muy frío húmedo, frío húmedo, semifrío húmedo, templado (húmedo y subhúmedo) y semicálido húmedo; dentro de los paisajes de montaña volcanoerosional y piedemonte hidrovolcánico, en pendientes de moderadamente inclinadas (7-12%) a fuertemente escarpadas (>75%), con erosión muy severa.

En estas tierras afloran materiales piroclásticos no consolidados (brechas, lapilli y cenizas volcánicas), piedra pómez, cantos rodados, gravas y arenas. En áreas pequeñas y aisladas donde comienza el suelo a formarse, se presentan matorrales dispersos.

Estas áreas no son aptas para actividades agropecuarias ni forestales y su vocación es la conservación de los recursos naturales existentes.



5.9 BIBLIOGRAFÍA

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2010. Metodología de clasificación de las tierras por capacidad de uso. IGAC, República de Colombia, Bogotá D.C. 110 p.

_____. 2007. Metodología de clasificación de las tierras por capacidad de uso. IGAC, República de Colombia, Bogotá D.C. 110 p.

_____. 2002. Clasificación de las tierras por su capacidad de uso. República de Colombia, Bogotá D.C. 39 p.

GUATEMALA. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-. Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo –UPGGR-. 2010. Mapa de uso actual del Departamento de Sacatepéquez, obtenido a través de metodologías participativas. Leyenda Corinne Land Cover. Inédito.

_____. 2009. Estudio Semidetallado de Suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala. 969 p.



CAPÍTULO 6

ZONIFICACIÓN DE TIERRAS



Capítulo 6: ZONIFICACIÓN DE TIERRAS

6.1 INTRODUCCIÓN

La zonificación de tierras del departamento de Sacatepéquez se realizó a través de los datos obtenidos del estudio de suelos, de donde se extrajo la información climática, geomorfológica y edáfica, con el objetivo de delimitar geográficamente las potencialidades del territorio y sus limitaciones.

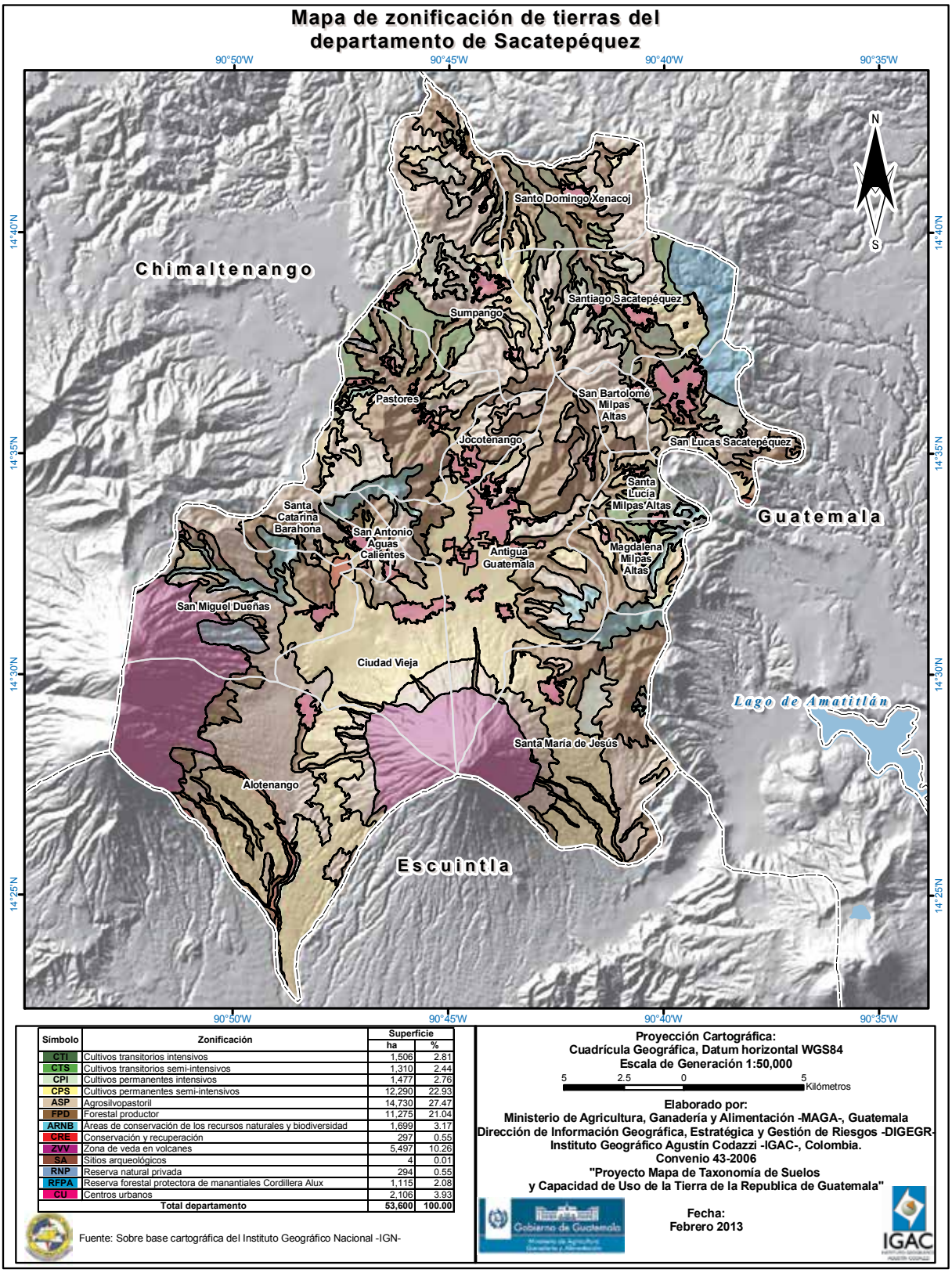
Las unidades de zonificación hacen referencia en primer lugar a la clase de utilización mayor, por ejemplo, agricultura, ganadería, agroforestal, forestal, conservación y otras categorías; en segundo lugar se identifican los sistemas de producción o las formas de utilización, por ejemplo Cultivos Transitorios Intensivos (CTI), Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS), Cultivos Permanentes Intensivos (CPI), Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS), Pastoreo Intensivo (PIN), Pastoreo Semi-intensivo (PSI), Pastoreo Extensivo (PEX), Agrosilvícola (AGS), Agrosilvopastoril (ASP), Silvopastoril (SPA), Forestal productor (FPD), Forestal protector (FPR), Áreas de conservación de recursos naturales y biodiversidad (ARNB), Conservación y recuperación (CRE), Áreas de reserva natural (ARN) y Centros Urbanos (CU).

Para realizar el análisis con el cual se califica cada fase de suelos y la pertenencia a cada categoría de zonificación, se utilizó la información presentada en el Cuadro 6.1, la cual se complementa con el cuadro A-5 en el Anexo A de este documento.

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 vocación de uso de las fases de las unidades 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 vocación 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 Sacatepéquez.





Símbolo	Zonificación	Superficie ha	Superficie %
CTI	Cultivos transitorios intensivos	1,506	2.81
CTS	Cultivos transitorios semi-intensivos	1,310	2.44
CPI	Cultivos permanentes intensivos	1,477	2.76
CPS	Cultivos permanentes semi-intensivos	12,290	22.93
ASP	Agrosilvopastoril	14,730	27.47
FPD	Forestal productor	11,275	21.04
ARNB	Áreas de conservación de los recursos naturales y biodiversidad	1,699	3.17
CRE	Conservación y recuperación	297	0.55
ZVV	Zona de veda en volcanes	5,497	10.26
SA	Sitios arqueológicos	4	0.01
RNP	Reserva natural privada	294	0.55
RFPA	Reserva forestal protectora de manantiales Cordillera Alux	1,115	2.08
CU	Centros urbanos	2,106	3.93
	Total departamento	53,600	100.00

Fuente: Sobre base cartográfica del Instituto Geográfico Nacional -IGN-

Proyección Cartográfica:
Cuadrícula Geográfica, Datum horizontal WGS84
Escala de Generación 1:50,000
5 2.5 0 5 Kilómetros

Elaborado por:
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, Guatemala
Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-
Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, Colombia.
Convenio 43-2006
"Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos
y Capacidad de Uso de la Tierra de la Republica de Guatemala"

Fecha:
Febrero 2013

Figura 6.1 Mapa de Zonificación de Tierras del departamento de Sacatepéquez

Cuadro 6.1 Variables utilizadas en la evaluación del Uso Principal de las tierras del departamento de Sacatepéquez, 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 en el Suelo	Fragmentos en Superficie	Afloramiento Rocoso	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	< 2	Media Mod. Fina; Mod. 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	< 2	Media Mod. Fina; Mod. 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	< 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	Moderada o menor	Bueno a imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 35	< 15	< 25	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina
GANADERÍA	Pastoreo Intensivo (PIN)	3,4,7,11, 12, 16,20	0 – 7	Ligera o menor	Bueno o moderado	Raras	> 50	Moderada o Mayor	< 15	< 3	< 2	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina
	Pastoreo Semi-intensivo (PSI)	2,3,4,6,7,8,10,11,12,15, 16,19, 20	< 12	Ligera o menor	Bueno a imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 35	< 15	< 25	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina
	Pastoreo Extensivo (PEX)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12, 15,16,19, 20	< 25	Moderada o menor	Imperfecto a excesivo	Frecuentes	< 50	Muy baja o mayor	< 60	< 50	< 50	Todos
AGROFORESTAL	Agrosilvícola (AGS)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12, 14,15,16, 19,20	< 50	Moderada o menor	Bueno a excesivo	Ocasionales	> 50	Baja o Mayor	< 50	< 15	< 50	Todos
	Agrosilvopastoril (ASP)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12,14, 15,16,19, 20	< 50	Moderada o menor	Bueno a pobre	Frecuentes	> 50	Baja o Mayor	<60	< 15	< 50	Todos
	Silvopastoril (SPA)	2,3,4,6,7,8,10,11,12,14,15, 16,19,20	< 50	Moderada o menor	Imperfecto a excesivo	Frecuentes	> 25	Muy baja o mayor	< 60	< 50	< 90	Todos
FORESTAL	Forestal productor (FPD)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12,14, 15,16,19,20	< 75	Severa o menor	Pobre a excesivo	Ocasionales	> 40	Baja o Mayor	< 60	< 90	< 90	Todos
	Forestal protector (FPR)	1 al 23	> 75	Moderada o menor	Pobre a excesivo	Frecuentes	< 50	Muy baja o mayor	< 60	< 90	> 90	Todos
CONSERVACIÓN	Áreas de conservación de RRNN y Biod. (ARNB)	Todos (1 a 25)	>75	---	---	---	< 10	---	---	---	---	---
	Conservación y recuperación (CRE)	Todos (1 a 25)	---	Muy severa	---	---	< 10	---	---	---	---	---
	Áreas de reserva natural (ARN)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
OTRAS	Centros Urbanos (CU)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



6.2 UNIDADES DE ZONIFICACIÓN DE TIERRAS

Las tierras del departamento de Sacatepéquez se encuentran localizadas en los paisajes de Montaña, Altiplanicie y Piedemonte, sus suelos son aptos para el establecimiento de sistemas agrícolas transitorios intensivos y semi-intensivos, permanentes intensivos y semi-intensivos, pastoreo extensivo y agrosilvícola. También se presentan zonas de menor extensión, ubicadas en el paisaje de Montaña, con vocación forestal, conservación y de manejo especial.

En el departamento se localizan tierras con vocación *Agrícola (CTI+CTS+CPI+CPS)*, con un área de 16,583 ha que corresponden al 30.94% de la superficie total; tierras con vocación *Agrosilvopastoril (ASP)* 14,730 ha (27.47%); tierras con vocación *Forestal (FPD)* 11,275 ha (21.04%); tierras que deben ser *Protegidas* o dedicadas a la *Conservación (ARNB+CRE+ARN+CRE+ZVV+SA+RNP+RFPA)* 8,906 ha (16.62%); los *Centros Urbanos (CU)* cubren 2,106 ha (3.93 %) para un total de 53,600 hectáreas.

La Figura 6.2 muestra la distribución relativa de las tierras en el departamento, de acuerdo con su vocación y el Cuadro 6.2 presenta la leyenda de las categorías identificadas.

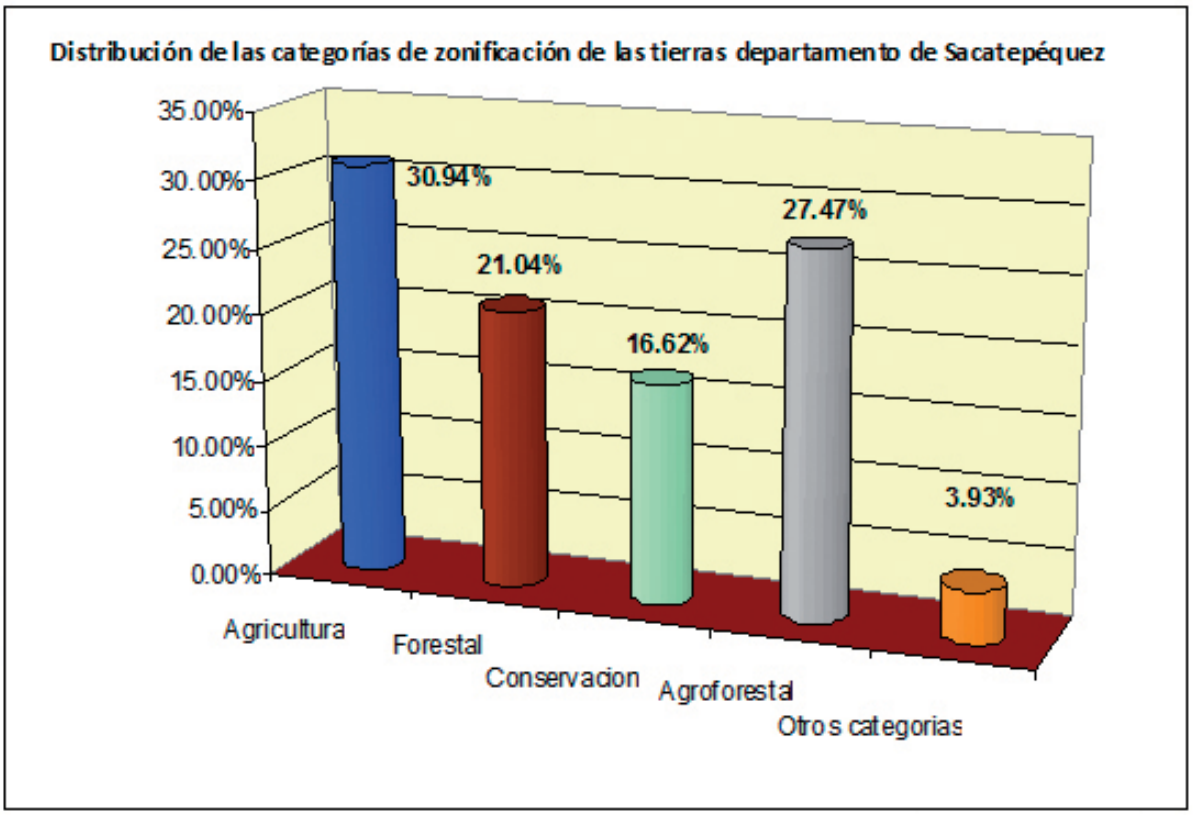


Figura 6.2 Categorías de zonificación de tierras identificadas en el departamento de Sacatepéquez.

Cuadro 6.2 Unidades de Zonificación de Tierras del Departamento de Sacatepéquez

Vocación de uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas	ha	%
AGRICULTURA-GANADERIA	**CULTIVOS TRANSITORIOS INTENSIVOS**	Tierras con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), con disponibilidad de riego durante el año y suelos productivos. Sin limitaciones para la agricultura y la ganadería intensiva. Requieren prácticas ligeras de conservación de suelos: siembra en contorno siguiendo las curvas a nivel y barreras vivas, adecuada fertilización y labranza liviana para evitar la destrucción de la estructura del suelo.	**CTI**	ASCb1, MSOb1, MSPb1, ASBb1	1,506	2.81
	CULTIVOS TRANSITORIOS SEMI-INTENSIVOS	Tierras con pendientes de ligeramente planas a moderadamente inclinadas (<12%), con limitaciones ligeras a moderadas por la inadecuada distribución de las lluvias, suelos de superficial a profundos, con fertilidad variable (media a alta), texturas medias a finas. Sin restricciones para cultivos y ganadería semi-intensiva. Requieren de prácticas ligeras a moderadas de conservación de suelos, además de las indicadas para los CTI. Requieren riego suplementario.	**CTS**	ANBa1, ANCa1, MQFb1, ANBb1, MSPc1, ASAc1, ASBc1, MSMc1, MSKc1	1,310	2.44
	CULTIVOS PERMANENTES INTENSIVOS	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%), con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Tierras adecuadas para la agricultura con cultivos permanentes y la ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas moderadas de conservación de suelos: siembra según curvas a nivel, barreras vivas y muertas; fertilización con abono orgánico y químico; requieren riego suplementario.	**CPI**	ANFb1, PSAb1, ASAd1, MSId1	1,477	2.76
	CULTIVOS PERMANENTES SEMI-INTENSIVOS	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%), con frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo en algunas áreas, texturas de finas a moderadamente gruesas. Adecuadas para la agricultura permanente y la ganadería semiintensiva; con fuertes prácticas de conservación de suelos. Requieren labranza mínima, siembras 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. Necesitan mantener la cobertura vegetal para reducir el impacto de la gota de lluvia y la escorrentía. Requieren riego suplementario.	**CPS**	PHAc1, MNJc1, PQAc1, PHAb1, PQAa1, PQAb1, MNGd1, MNJd1, MSCd1, MQFd1, ASAd2, MNJd2, MNId2, MSDd2, MSKd2, MHAd1, MBAd1, MBAdp1, MBCd1, MSDd1, MSJd1, MSKd1, MSLd1, MQAdp1, MQGd1, PQCd1, PQDd1, MNLb1, MQGb1, MQGc1, PQCc1, PQDb1, PQDc1	12,290	22.93





Vocación de uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas	ha	%
AGROFORESTAL	**AGROSILVOPASTORIL**	Tierras con pendientes de ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas, (<50%); erosión ligera y moderada, de pocos a abundantes fragmentos de roca en el perfil, texturas de finas a gruesas. No son mecanizables. Vocación agroforestal y silvopastoril (ganadería extensiva bajo cobertura boscosa). Requieren prácticas intensas de conservación de suelos, cobertura permanente del suelo. Requieren riego en época seca.	**ASP**	MBAe1, MBAep1, MBCe1, MFAe1, MJBep1, ANAe1, ASAe1, MNAe1, MNBe1, MNCe1, MNDe1, MNDe2, MNEe1, MNFe1, MNGe1, MNHe1, MNHe2, MNIe1, MNJe1, MSBe1, MSCe1, MSDe1, MSEe1, MSGep1, MSHe1, MSIe1, MSIe2, MSJe1, MSKe1, MSLe1, MQBe1, MQBe2, MQCe1,MQDe1, MQFe1, MQGe1, MBBe1, MBEe1, MNIep1, MSAe, MSAe1, MHAdp1, PHBdp1, PHCc1, MJCd1, MBBd1, PBAb1, PBAbp1, PBAc1, PBAc2, PBAcp1, PBAdp1, PBAdp2	**14,730**	**27.47**
FORESTAL	**FORESTAL PRODUCTOR**	Tierras con pendientes hasta moderadamente escarpadas (<75%), erosión ligera a severa, suelos superficiales a profundos, de poca a abundante pedregosidad en el perfil y en superficie, texturas finas a gruesas. Requieren de prácticas de manejo forestal (aprovechamiento y recuperación) para mantener la sostenibilidad del bosque natural o plantado, control de incendios y selección de especies.	**FPD**	MHBep3, PHBdp3, MBAf, MBBf1, MBBfp1, MBEf1, MFAf, MFAf1, MFAf2, MJAfp, MJAfp2, MJBfp, MJBfp1, ANDf2, MNAf1, MNAf2, MNBf1, MNBf2, MNDf1, MNDf2, MSAfp, MSAfp1, MSAfp2, MSBf, MSEf1, MSFfp1, MSGf1, MQBf1, MQEf1, MDAf2, PHBfp3, ANEf2, ASDf3, MBDf3, MCBf3, MCBfp3, MCCe3, MCCf3, MSNd3, MSNe3	**11,275**	**21.04**

Vocación de uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas	ha	%
CONSERVACIÓN	AREAS DE CONSERVACION DE RECURSOS NATURALES Y BIODIVERSIDAD	Tierras con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera a severa, drenaje de bueno a excesivo, fragmentos de roca en el perfil del suelo y en superficie. Áreas dedicadas a la protección de laderas, mantenimiento de la vegetación nativa, protección de especies de vías de extinción, protección de recursos hídricos. Programas de control de incendios.	**ARNB**	MZAfp3, MDBgp, MNAg, MNDg1, MNKg1, MQBg1, MSEg1, MSFg1, MZBgp2, MCAg3, MHBgp3, MSNg3	1,699	3.17
	CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN	Tierras con pendientes desde ligeramente planas hasta fuertemente escarpadas, erosión muy severa, drenaje moderado a excesivo, fragmentos de roca en el perfil del suelo y en superficie, afloramientos rocosos en algunas áreas. Requieren prácticas muy intensas de recuperación, estabilización y control de la erosión, reforestación o regeneración natural, programas de control de incendios.	**CRE**	PQBaz, CN, DC, TC	297	0.55
	ÁREAS DE RESERVA NATURAL	Son tierras protegidas legalmente, de uso exclusivo para la protección y conservación del patrimonio cultural, los recursos naturales, ecosistemas estratégicos para la protección de la flora y la fauna en las cuales no se permite ningún tipo de actividad extractiva.	Reserva forestal protectora de manantiales cordillera Alux	RFPA	1,115	2.08
			Sitios Arqueológicos	SA	4	0.01
			Reserva Natural Privada	RNP	294	0.55
			Zona de Veda de Volcanes	ZVV	5,497	10.26
OTRAS CATEGORÍAS	CENTROS URBANOS	Centros Urbanos	CU	**CU**	2,106	3.93
AREA TOTAL					**53,600**	**100**



A continuación se presenta en detalle la vocación de las tierras del departamento de Sacatepéquez:

6.2.1 Tierras con vocación 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 cultivos de diferentes ciclos de vida.

Las tierras cultivables en el departamento de Sacatepéquez tienen una extensión de 16,583 hectáreas, que corresponden al 30.93% del área total del departamento.

Desde el punto de vista de la calidad de los suelos las actividades productivas más recomendadas son agrícolas con cultivos de diferente ciclo de vida, productos, intensidad en el uso de los recursos, tecnología y destino de mercado. A este tipo de vocación 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 vocación agrícola.

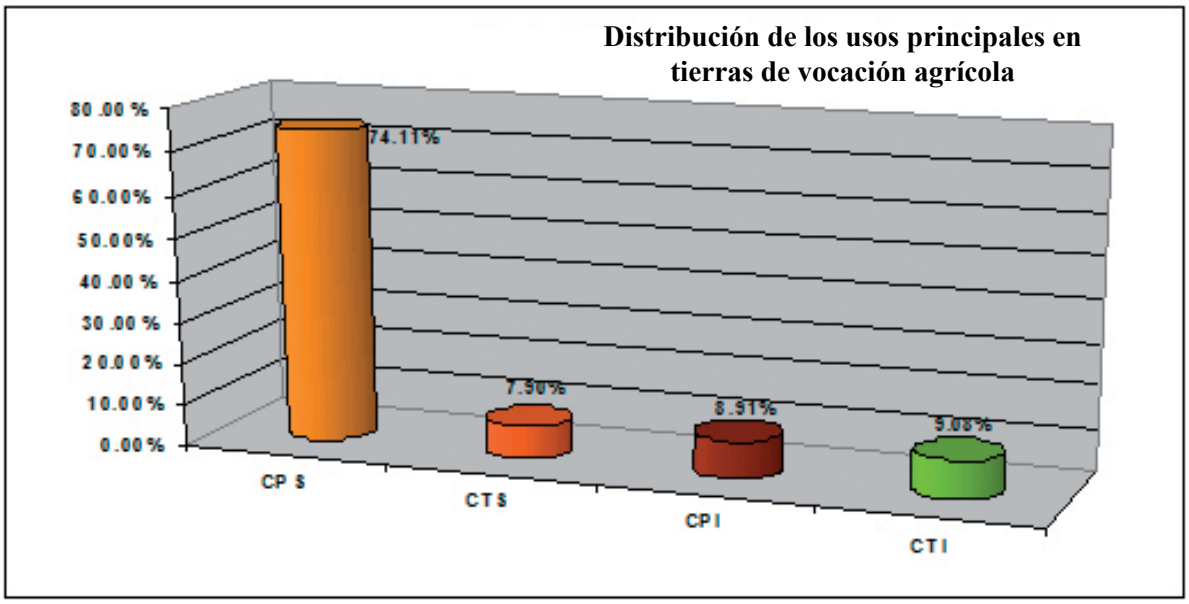


Figura 6.3 Tierras con vocación agrícola: CTI, CTS, CPI y CPS.

6.2.1.1 Cultivos transitorios intensivos (CTI)

Estas tierras se localizan en los municipios siguientes: Magdalena Milpas Altas, San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj y Sumpango. Abarcan una extensión de 1,506 hectáreas que corresponden al 9.08% de las tierras con vocación agrícola y al 2.81% del área total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación Cerritos (ASBb1), Consociación Chuyá (ASCb1), Consociación Valle Primavera (MSOb1) y Consociación Villa Innsbruck (MSPb1); en relieves de vallecito y terraza en paisajes de Altiplano y Montaña. La pendiente predominante es ligeramente inclinada (3-7%). Los suelos identificados se ubican en el clima

semifrío húmedo, con erosión ligera, drenaje bueno y moderado, suelos de moderadamente profundos a profundos, con fertilidad alta, texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas. Se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales.

Son tierras ubicadas en pendientes ligeramente inclinadas y con suelos productivos, sin limitaciones para la agricultura como uso principal y para la ganadería intensiva, como uso alternativo. Requieren prácticas ligeras de conservación de suelos como la siembra en contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y cortinas rompe vientos, también requieren una adecuada fertilización y labranza liviana para evitar la destrucción de la estructura del suelo.

Estas tierras son las mejores del departamento para la producción agrícola y es necesario establecer medidas de conservación de suelos ya que son susceptibles a la erosión eólica e hídrica, sobre todo al dejarlos descubiertos, esto sucede en las labores de preparación de tierras. No se recomienda la quema de residuos de las cosechas sino que se incorporen al suelo para mejorar la estructura, mantener la humedad y la fertilidad. Asimismo, es importante laborear estos suelos en forma liviana para evitar la formación de horizontes compactados (pisos de arado) que pueden dificultar el drenaje y la aireación.

Estas tierras se pueden dedicar a la producción comercial de cultivos de hortalizas (arveja china, ejote francés, repollo, coliflor, lechuga, otros), granos básicos (maíz, fríjol), además de otros cultivos intensivos y ganadería intensiva mediante una adecuada carga de animales por hectárea, con especies seleccionadas, con prácticas de alimentación suplementaria y controles fitozoosanitarios. Un ejemplo de estas tierras se aprecia en la Figura 6.4.



Figura 6.4 Tierras de vocación agrícola (terrazas de altiplano) con uso principal de cultivos transitorios intensivos (CTI), municipio de Sumpango (Foto: W. González, 2009)

6.2.1.2 Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)

Estas tierras se localizan en los municipios siguientes: Magdalena Milpas Altas, Pastores, Santa Lucía Milpas Altas, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj y Sumpango. Ocupan una extensión de 1,310 hectáreas que corresponden al 7.89% de las áreas con vocación agrícola y al 2.44% del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación Bola de Oro (MQFb1), Consociación Cerritos (ASBc1), Consociación El Tejar (ANBa1, ANBb1), Consociación Finca San José Yalú (MSMc1), Consociación Parramos (ANCa1), Consociación San José Yalú (MSKc1), Consociación Santiago (ASAc1) y Consociación Villa Innsbruck (MSPc1). Los paisajes donde se ubican son montaña y altiplano, con relieves de lomas, mesas, terrazas y vallecitos.

Estas tierras se encuentran en los climas: templado subhúmedo, semifrío subhúmedo y semifrío húmedo. Los materiales parentales identificados son los materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), depósitos superficiales clásticos aluvio coluviales y depósitos piroclásticos consolidados (tobas).

Son tierras con pendientes de ligeramente planas a moderadamente inclinadas, con limitaciones ligeras a moderadas por la inadecuada distribución de las lluvias y erosión ligera. Son suelos profundos, moderadamente profundos y superficiales, drenaje bueno y moderado, sin encharcamientos ni inundaciones, con fertilidad media y alta, texturas medias a finas.

Estas son tierras aptas para el establecimiento de cultivos agrícolas que tienen diferentes ciclos de vida (en general son de ciclo corto como las hortalizas y granos básicos); asimismo es posible el establecimiento de pastos mejorados y ganadería semi-intensiva. Posee mayores restricciones que las tierras cuyo principal uso son los cultivos transitorios intensivos (CTI).

Requieren prácticas de conservación de suelos como siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas, adecuada fertilización orgánica y química, cortinas rompe vientos y riego suplementario. Necesitan un laboreo liviano para no afectar la estructura del suelo y es necesario incorporar restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos para mejorar sus condiciones físico-químicas.

Las tierras para cultivos transitorios semi-intensivos se pueden apreciar en la Figura 6.5.



Figura 6.5 Tierra de vocación agrícola con cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), municipio de Ciudad Vieja (Foto: W. González, 2009)

6.2.1.3 Cultivos permanentes intensivos (CPI)

Estas tierras se localizan en los municipios siguientes: Magdalena Milpas Altas, Pastores, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Santa María de Jesús, Santiago Sacatepéquez y Santo Domingo

Xenacoj, Sumpango. Tiene una extensión de 1,477 hectáreas, correspondientes al 8.91% de las tierras con vocación agrícola y al 2.76 % del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación Las Flores (MSId1), Consociación Río San Luis (ANFb1), Consociación Sabana Grande (PSAb1) y Consociación Santiago (ASAd1); ubicadas en paisajes de montaña, altiplano y piedemonte, en tipos de relieves de lomas, vallecitos y abanico, con pendientes ligera y fuertemente inclinadas (menores a 25% de pendiente).

Se distribuyen en los climas semifrío húmedo y semifrío subhúmedo; con erosión ligera, drenaje moderado a bueno; suelos moderadamente profundos y profundos, con fertilidad alta y muy alta, texturas de moderadamente finas a moderadamente gruesas. Estos suelos han evolucionado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales y depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo).

Son tierras que poseen limitaciones por pendientes, profundidad efectiva y textura del suelo, por lo que poseen vocación agrícola para el establecimiento de cultivos de diferente ciclo, entre ellos los de ciclo permanente (como el cultivo de café bajo sombra en los climas adecuados); asimismo, es posible realizar en ellas actividades ganaderas semi-intensivas con un manejo adecuado que incluya pastos cultivados.

Requieren prácticas moderadas de conservación de suelos y prácticas culturales. No se deben mecanizar 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 y muertas, cortinas rompevientos; el manejo de la cobertura vegetal para evitar dejar el suelo desnudo a los impactos de la gota de lluvia; el manejo de la hojarasca, el uso de abonos verdes y orgánicos; requieren riego suplementario.

En la Figura 6.6 se observan tierras con vocación para cultivos permanentes intensivos.



Figura 6.6 Tierra de vocación agrícola con uso principal de cultivos permanentes intensivos (CPI), municipio de Pastores (Foto: W. González, 2009)

6.2.1.4 Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)

Estas tierras se localizan en los municipios siguientes: Alotenango, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, Jocotenango, Magdalena Milpas Altas, Pastores, San Antonio Aguas Calientes, San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona, Santa Lucía Milpas Altas, Santa María de Jesús, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj y Sumpango. Tiene una extensión de 12,290 hectáreas que corresponden al 74.12% de las tierras con vocación agrícola y al 22.93% del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación Agua Blanca (PHAb1,PHAc1),Consociación Aguacatepeque (MBAd1, MBAdp1), Consociación Antigua (PQAa1, PQAb1, PQAc1), Consociación Bola de Oro (MQFd1), Consociación Buena Vista (MNJc1, MNJd1, MNJd2), Consociación Ciudad Vieja (PQCc1, PQCd1), Consociación El Tizate (MNId2), Consociación La Carbonera (MHAd1), Consociación Los Encinos (MBCd1), Consociación Magdalena (MSJd1), Consociación Milpas Altas (MNGd1), Consociación Pastores (MNLb1), Consociación Río Itzapa (MQGb1, MQGc1, MQGd1), Consociación San José Yalú (MSKd1,MSKd2), Consociación San Juan del Obispo (MQAdp1), Consociación Santa Lucía (MSLd1), Consociación Santa María de Jesús (MSCd1), Consociación Santiago (ASAd2), Consociación Santiago Zamora (PQDb1, PQDc1, PQDd1) y Consociación Tampico (MSDd1,MSDd2).

Pertenecen estas tierras a los paisajes de montaña, altiplano y piedemonte, sobre relieves de abanico, estrato volcán, glacis, lomas y vallecito. Las pendientes dominantes varían de ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas. Se ubican en los climas semifrío húmedo, semifrío subhúmedo, templado húmedo, templado subhúmedo y semicálido húmedo. Han evolucionado a partir de depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos, depósitos piroclásticos consolidados (tobas), materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez).

Son tierras con pendientes hasta del 25%, de pocos a frecuentes fragmentos de roca en el suelo, superficiales a profundos, con erosión ligera y moderada, drenaje moderado a bueno, sin encharcamientos ni inundaciones, texturas de finas a moderadamente gruesas. Fertilidad de media a muy alta. Tienen mayores limitaciones por pendientes pronunciadas, por presencia de fragmentos de roca en el suelo y erosión ligera y moderada, por lo que poseen vocación agrícola para el establecimiento de cultivos permanentes (como el cultivo de café bajo sombra en los climas adecuados); asimismo, es posible realizar en ellas actividades ganaderas con un manejo adecuado que incluya pastos cultivados.

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 rompe vientos para reducir los efectos de la erosión eólica. Requieren mantener la cobertura vegetal para reducir el impacto de la gota de lluvia. En los climas subhúmedos requieren riego suplementario. Las tierras con cultivos permanentes semi-intensivos se aprecian en la figura 6.7.





Figura 6.7 Tierra de vocación agrícola con uso principal de cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), municipio de Alotenango (Foto: C. García, 2009)

6.2.2 Tierras con vocación agroforestal

Las tierras con vocación agroforestal son aquellas que por sus características de clima, relieve, suelos, erosión y 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 donde deliberadamente se mezclen actividades agrícolas, ganaderas y forestales, en arreglos tanto espaciales como temporales que minimicen el riesgo de erosión y deterioro del recurso.

Las tierras con vocación agroforestal tienen una extensión de 14,730 hectáreas correspondientes al 27.47 % del total de las tierras del departamento de Sacatepéquez.

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:

6.2.2.1 Agrosilvopastoril (ASP)

Estas tierras se localizan en los municipios siguientes: Alotenango, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, Jocotenango, Magdalena Milpas Altas, Pastores, San Antonio Aguas Calientes, San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona, Santa Lucía Milpas Altas, Santa María de Jesús, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj y Sumpango. Ocupan una extensión de 14,730 hectáreas y al 27.47% del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Grupo Indiferenciado Toledo (PHBdp1), Consociación Aguacatepeque (MBAe1, MBAep1), Consociación Alotenango (PBAb1, PBAbp1, PBAc1, PBAc2, PBAcp1, PBAdp1, PBAdp2), Consociación Bola de Oro (MQFe1), Consociación Buena Vista (MNJe1), Consociación Camino Volcán de Agua (MJBep1), Consociación Cerro Monterrico (MFAe1), Consociación Chiatinival (MBEe1), Consociación Chicasanga (MNFe1), Consociación Chirosario (MSBe1), Consociación Ciénaga Grande (MQDe1), Consociación El Rejón (MNBe1), Consociación El Tizate (MNIe1, MNIep1), Consociación Guachipilín (MQBe1, MQBe2),

Consociación Jocotenango (MNDe1, MNDe2), Consociación La Carbonera (MHAdp1), Consociación La Libertad (MSEe1), Consociación Las Calderas (MJCd1), Consociación Las Flores (MSIe1, MSIe2), Consociación Los Encinos (MBCe1), Consociación Los Pinos (MNAe1), Consociación Magdalena (MSJe1), Consociación Milpas Altas (MNGe1), Consociación Miramar (MSHe1), Consociación Monte María (PHCc1), Consociación Nueva Esperanza (MQCe1), Consociación Parijuyú (MNHe1, MNHe2), Consociación Parrojas (MNEe1), Consociación Quisaché (MSAe, MSAe1), Consociación Río Itzapa (MQGe1), Consociación San Jose Yalú (MSKe1), Consociación San Lorenzo (ANAe1), Consociación Santa Lucía (MSLe1), Consociación Santa María de Jesús (MSCe1), Consociación Santa Marta (MSGep1), Consociación Santiago (ASAe1), Consociación Tampico (MSDe1), Consociación Tempisque (MBBd1, MBBe1) y Consociación Xeparquiy (MNCe1). Se ubican en paisajes de montaña volcano-erosional, altiplano hidrovolcánico y piedemonte hidro-volcánico; con relieves de estrato-volcán, filas y vigas, lomas, glacis, abanicos y vallecito; las pendientes varían de ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas.

Se localizan en los climas: semicálido húmedo, templado húmedo, templado subhúmedo, semifrío húmedo, semifrío subhúmedo, frío húmedo y frío subhúmedo. Desarrollados sobre materiales parentales pertenecientes a depósitos superficiales clásticos aluvio coluviales, depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez).

Son tierras con pendientes hasta del 50%, con limitaciones derivadas de su profundidad efectiva y de pocos a abundantes fragmentos pedregosos en el perfil del suelo. Respecto a la profundidad van de superficiales a profundos, texturas finas a gruesas, erosión ligera a moderada. No son mecanizables, poseen vocación agroforestal y silvopastoril, con cultivos permanentes (como café bajo sombra en el clima templado húmedo, frutales de diversos climas), agroforestales con diferentes combinaciones y actividades forestales (manejo del bosque natural y plantaciones forestales bajo manejo).

Requieren prácticas intensas de conservación de suelos: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias y terraceado en algunas áreas; cortinas rompevientos; manejo del sotobosque y de la hojarasca, abonos verdes y orgánicos. Es necesario evitar que el suelo quede sin protección vegetal. Se deben establecer planes contra incendios. (Ver la Figura 6.8).



Figura 6.8 Paisaje característico de tierras con vocación agroforestal, municipio de Jocotenango (Foto: César García, 2009).

6.2.3 Tierras con vocación forestal

Son aquellas tierras que por sus condiciones de pendientes, suelos y riesgo de erosión, deben utilizarse en actividades forestales que preserven la cubierta forestal, estas actividades pueden ser de producción y/o de protección. Las plantaciones forestales pueden ser con especies nativas o exóticas; los bosques naturales deben regenerarse con especies nativas.

Las tierras con vocación forestal corresponden al 21.04% del total del territorio del departamento que equivale a 11,275 hectáreas.

Presenta la siguiente categoría:

6.2.3.1 Forestal productor (FPD)

Estas tierras se localizan en los municipios siguientes: Alotenango, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, Jocotenango, Magdalena Milpas Altas, Pastores, San Antonio Aguas Calientes, San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona, Santa Lucía Milpas Altas, Santa María de Jesús, Santiago Sacatepéquez, Santo Domingo Xenacoj y Sumpango; abarcan una extensión de 11,275 hectáreas que corresponden al 100.00% de las tierras de vocación forestal y al 21.04 % del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación Aguacatepeque (MBAf), Consociación Camino Volcán de Agua (MJBfp, MJBfp1), Consociación Casa Blanca (ANDf2), Consociación Cerro Agua de Las Minas (MSFfp1), Consociación Cerro Monterrico (MFAf, MFAf1, MFAf2), Consociación Chiatinival (MBEf1), Consociación Chirosario (MSBf), Consociación El Rejón (MNBf1, MNBf2), Consociación Escarpes del Guacalate (MHBep3), Consociación Faldas Volcán de Acatenango (MDAf2), Consociación Guachipilín (MQBf1), Consociación Jocotenango (MNDf1, MNDf2), Consociación La Bolsa (MCCe3, MCCf3), Consociación La Libertad (MSEf1), Consociación Los Pinos (MNAf1, MNAf2), Consociación Quisaché (MSAfp, MSAfp1, MSAfp2), Consociación Río Blanco (MBDf3), Consociación Santa Marta (MSGf1), Consociación Tempisque (MBBf1, MBBfp1), Consociación Tierra Blanca (MQEf1), Consociación Volcanes (MJAfp), MJAfp2, Grupo Indiferenciado Los Aposentos (ANEf2), Grupo Indiferenciado Quebrada de La Virgen (MCBf3, MCBfp3), Grupo Indiferenciado Río San Joaquín (MSNd3, MSNe3), Grupo Indiferenciado Río Xaltayá (ASDf3) y Grupo Indiferenciado Toledo (PHBdp3, PHBfp3); en los paisajes de montaña, altiplano y piedemonte, en relieves de terraza (escarpe de terraza como forma del terreno), abanico, escarpe, estrato-volcán, filas y vigas, cañones y cañadas. Los climas en los que se encuentran estos suelos son: semicálido húmedo, templado húmedo, templado subhúmedo, semifrío subhúmedo, semifrío húmedo, frío subhúmedo, frío húmedo y muy frío húmedo. Desarrollados sobre materiales parentales del tipo: Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos.

Estos suelos tienen desde fuertemente inclinadas a pendientes moderadamente escarpadas (50-75%); la erosión varía de ligera a severa; drenaje bueno a excesivo, suelos superficiales a profundos, de poca a abundante pedregosidad en superficie, de pocos a abundantes fragmentos en el perfil del suelo; texturas finas a gruesas. Fertilidad media y muy alta.

La vocación de estas tierras es forestal y el uso principal es Forestal Productor (FPD), las actividades forestales tanto el manejo del bosque natural para producir madera como las plantaciones forestales deben realizarse apegadas a un plan de manejo. El plan debe incluir el inventario de las existencias

maderables, el método de aprovechamiento y la propuesta de recuperación de las áreas aprovechadas. Debe incluirse medidas de control fitosanitario (caso de las plantaciones forestales) y medidas contra incendios forestales. (Figura 6.9).



Figura 6.9 Tierras con vocación forestal de producción de madera y leña; camino que conduce del municipio de Pastores a Ciudad Vieja (Foto: W. González, 2009)

6.2.4 Tierras con vocación para la conservación

Son tierras destinadas a la conservación de los recursos naturales; en el departamento de Sacatepéquez comprenden tres categorías: Áreas de conservación de recursos naturales (ARNB).Áreas de conservación y recuperación (CRE) y Áreas de Reserva Natural (ARN). Las áreas de conservación de recursos naturales (ARNB) son aquellas dedicadas a la protección de laderas contra los procesos erosivos o al mantenimiento y desarrollo de la vegetación nativa o a la protección de especies en vías de extinción o como protección de recursos hídricos, las tierras con uso principal CRE son aquellas que han sufrido un proceso muy severo de deterioro por lo que deben conservarse y recuperarse. Las Áreas de Reserva Natural (ARN) 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 vocación para la conservación abarcan 8,906 hectáreas lo que significa un 16.62% del total del departamento.

Las tierras para la conservación y su distribución en el departamento de Sacatepéquez se aprecian en la Figura 6.10.



Figura 6.10 Tierras para conservación y recuperación con el fin de preservar las fuertes de agua, municipio de Pastores (Foto: W. González, 2009)

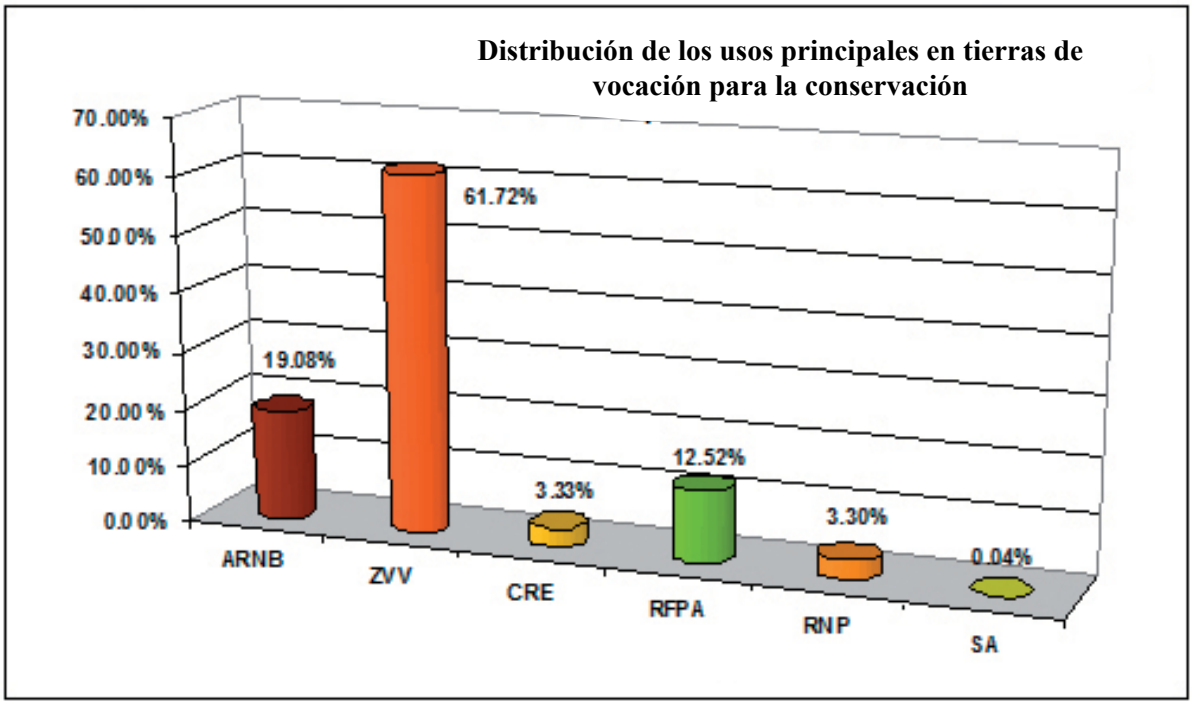


Figura 6.11 Tierras de vocación para la conservación: ARNB, ZVV, CRE, RFPA, RNP, SA.

6.2.4.1 Áreas de conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (ARNB)

Estas tierras se localizan en los municipios siguientes: Alotenango, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, Magdalena Milpas Altas, Pastores, San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona, Santa Lucía Milpas Altas y Santa María de Jesús; con una extensión de 1,699 hectáreas, correspondientes al 19.08 % de las tierras de vocación forestal y al 2.74% del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación Cerro Agua de Las Minas (MSFg1), Consociación El Tesoro (MCAg3), Consociación Escarpes del Guacalate (MHBgp3), Consociación Guachipilín (MQBg1), Consociación Jocotenango (MNDg1), Consociación La Libertad (MSEg1), Consociación Los Pinos (MNAg), Consociación Mal Paso (MDBgp), Consociación San Luis (MNKg1), Consociación Volcán Acatenango (MZAfp3), Consociación Volcán de Agua (MZBgp2) y Grupo Indiferenciado Río San Joaquín (MSNg3).

Se ubican en paisaje de montaña volcanoerosional, con los relieves de cañones y cañadas, estrato volcán, filas y vigas y escarpes.

Se han desarrollado en climas: semicálido húmedo, templado subhúmedo, semifrío húmedo, semifrío subhúmedo, muy frío húmedo y extremadamente frío húmedo. Los materiales parentales a partir de los cuales han evolucionado son: materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas).

Suelos con pendientes escarpadas por encima del 50%; presencia de erosión ligera, moderada y severa; suelos muy superficiales a profundos; drenaje natural de bueno a excesivo; con presencia de fragmentos de roca y pedregosidad superficial, en algunas áreas.

Estos suelos tienen muy fuertes limitaciones que no permiten usos agrícolas ni ganaderos. Son aquellas áreas dedicadas a la protección de laderas contra los procesos erosivos, al mantenimiento y desarrollo de la vegetación nativa, a la protección de especies en vías de extinción o como protección de recursos hídricos. Son tierras con vocación para la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad. No debe permitirse las actividades de extracción y deben controlarse los incendios forestales. (Figura 6.12).



Figura 6.12 Tierras con vocación forestal de bosque protector y conservación de los recursos hídricos, ecoturismo y educación ambiental (Foto: W. González, 2009)

6.2.4.2 Conservación y recuperación (CRE)

Estas tierras se localizan en los municipios siguientes: Alotenango, Ciudad Vieja, San Lucas Sacatepéquez, San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona y Santa María de Jesús. La unidad tiene una extensión total de 297 hectáreas, que corresponden al 3.33% de su categoría y 0.55% del total de las tierras del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Canteras (CN), Consociación Venecia (PQBaz), Depósitos de Cauce (DC) y Tierra de Cenizas (TC).

Los paisajes donde se ubican son los de montaña y piedemonte; en los relieves de abanicos y estrato volcán. Las tierras de esta categoría se ubican en los climas: extremadamente frío-húmedo, muy frío-húmedo, frío-húmedo, semifrío-húmedo, templado-húmedo, templado-subhúmedo y semicálido-húmedo. Los suelos de la Consociación Venecia (PQBaz) se han desarrollado sobre depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), con pendientes desde ligeramente planas (0-3%) hasta fuertemente escarpadas (superiores al 75%), drenaje muy pobre, texturas moderadamente finas; las demás son tierras degradadas por la erosión que ha sido muy severa y provocada por causas naturales (deslizamientos, sismos, huracanes, otros) o han sido fuertemente alteradas (arrastre de fragmentos por los ríos, apertura de carreteras, extracción de materiales, usos agropecuarios en pendientes muy marcadas). La vocación de estos suelos es la conservación de los recursos naturales y la recuperación de las tierras erosionadas (CRE).

Requieren prácticas muy intensas 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 6.13 Tierras con vocación forestal para la conservación de los recursos naturales. Volcán de Agua, municipio de Santa María de Jesús (Foto: W. González, 2009).

6.2.4.3 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 en las cuales no se permite ningún tipo de actividad extractiva.

6.2.4.3.1 Zona de veda en los volcanes (ZVV)

Estas zonas se encuentran ubicadas en los municipios de Alotenango, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, San Miguel Dueñas y Santa María de Jesús; en las faldas de los volcanes de Acatenango, Agua y Fuego Abarca 5,497 hectáreas, que corresponden al 61.73% de las tierras con vocación para la conservación y protección y al 10.26% del total de las tierras del departamento. (Figura 6.14).



Figura 6.14 Estratovolcán del volcán de Fuego, el cual presenta explosiones continuas (Foto: W. González, 2009).

6.2.4.3.2 Reserva forestal protectora de manantiales de la Cordillera Alux (RFPA)

Se localizan en los municipios de San Lucas Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez, abarca 1,115 hectáreas, que corresponden al 12.52% de las tierras con vocación para la conservación y al 2.08% del total de las tierras del departamento.

6.2.4.3.3 Reserva natural privada (RNP)

Dentro del departamento existen 2 reservas naturales privadas que se localizan en los municipios de Pastores y San Miguel Dueñas, con una extensión de 294 hectáreas, que corresponden al 3.30% de las tierras con vocación para la conservación y al 0.55%, del total de las tierras del departamento.

6.2.4.3.4 Sitios arqueológicos (SA)

Comprende zonas arqueológicas de los períodos Prehispánico e Hispánico. Se localizan en los municipios de Santiago Sacatepéquez, Alotenango y Antigua Guatemala, con una extensión conjunta de 4 hectáreas, que corresponden al 0.04% de las áreas con vocación para la conservación y al 0.01%, del total de las tierras del departamento.



Figura 6.15 Palacio municipal de la ciudad de Antigua Guatemala (Foto: W. González, 2009)

6.2.5 Centros Urbanos (CU)

El departamento de Sacatepéquez se divide en 16 municipios: Antigua Guatemala (cabecera departamental), Sumpango, Pastores, Santa María de Jesús, Jocotenango, Santa Lucía Milpas Altas, San Bartolomé Milpas Altas, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, Magdalena Milpas Altas, Ciudad Vieja, San Miguel Dueñas, Alotenango, San Antonio Aguas Calientes y Santa Catarina Barahona, los que a su vez se dividen en aldeas y caseríos. Los centros urbanos ocupan una extensión de 2,106 hectáreas, que corresponden al 3.93%, del total de las tierras del departamento.



Figura 6.16 Área urbana de la ciudad de Antigua Guatemala, declarada por la UNESCO "Patrimonio Cultural de la Humanidad" (Foto: W. González, 2009)

6.3 BIBLIOGRAFÍA

CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 2003. Informe nacional de áreas protegidas de Guatemala. Guatemala, Presidencia de la República, CONAP. 37 pág.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2002. Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Vocación de uso de la tierra de Colombia. D.C. 94 pág.

_____. 1995. Estudio general de suelos y zonificación de tierras: departamento de Antioquia, escala 1:100,000. IGAC, Subdirección de Agrología. Bogotá. 956 pág.

_____. 1995. Estudio general de suelos y zonificación de tierras: departamento del Magdalena, escala 1:100,000. IGAC, Subdirección de Agrología. Bogotá. 496 pág.



CAPÍTULO 7

APLICACIONES ADICIONALES DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS





Capítulo 7: APLICACIONES ADICIONALES DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

Las aplicaciones previas del Levantamiento de los Suelos del departamento, contemplaron aspectos referidos a la Capacidad de Uso y a la Zonificación de Tierras.

Las aplicaciones que conforman este capítulo están sintetizadas mediante mapas temáticos que muestran la distribución espacial de las principales propiedades físicas y químicas de los suelos del departamento. El capítulo se complementa con cuatro aplicaciones que pueden ser utilizadas por planificadores y/o expertos en medio ambiente, recursos naturales y ordenamiento del territorio.

El objetivo radica en mostrar, de manera fácil y gráfica, las distintas características de las tierras. Para la expresión grafica en los mapas, se ha utilizado la "norma del semáforo" mediante la cual el color verde (siga) se asocia con lo adecuado, rico, abundante o sin limitaciones considerables; caso opuesto al color rojo (pare) 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.

El tratamiento en cada tema incluye su concepto, importancia, resultados obtenidos y aplicaciones generales.

7.1 ASPECTOS FISICOS MÁS RELEVANTES

A continuación se comentan los aspectos físicos más relevantes de los suelos del departamento de Sacatepéquez.

Los temas tratados son los siguientes:

- Grupos texturales de los horizontes superficiales
- Porosidad total de los horizontes superficiales
- Retención de humedad de los suelos
- Drenaje natural de las tierras
- Profundidad efectiva radicular de los suelos

7.1.1 Grupos texturales de los horizontes superficiales

La textura de los suelos se refiere a la cantidad relativa de arena, limo y arcilla que presentan. Su determinación se lleva a cabo en la fracción menor de 2 mm en diámetro. La importancia de la textura se vincula con muchas propiedades de los suelos, por ejemplo: retención de humedad (suelos de texturas gruesas o arenosas no retienen agua, suelos arcillosos sí), infiltración (contrario a lo anterior los suelos arenosos permiten que el agua se infiltre, mientras que los arcillosos tienden a que ello demore más), drenabilidad (las texturas gruesas facilitan que el suelo se drene, las arcillosas disminuyen la drenabilidad), aireación (suelos arenosos tienen poros más grandes que los arcillosos, el agua y el aire transitan más fácilmente, pero no la retienen), profundidad efectiva para el crecimiento y desarrollo de las raíces (suelos arenosos permiten un fácil desarrollo de las raíces, pero no retienen nutrientes 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, 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 varían: los suelos arcillosos requiere riegos más espaciados en el tiempo y cantidades mayores de agua, lo contrario sucede cuando la arena predomina.

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. Los grupos corresponden a la agrupación 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).

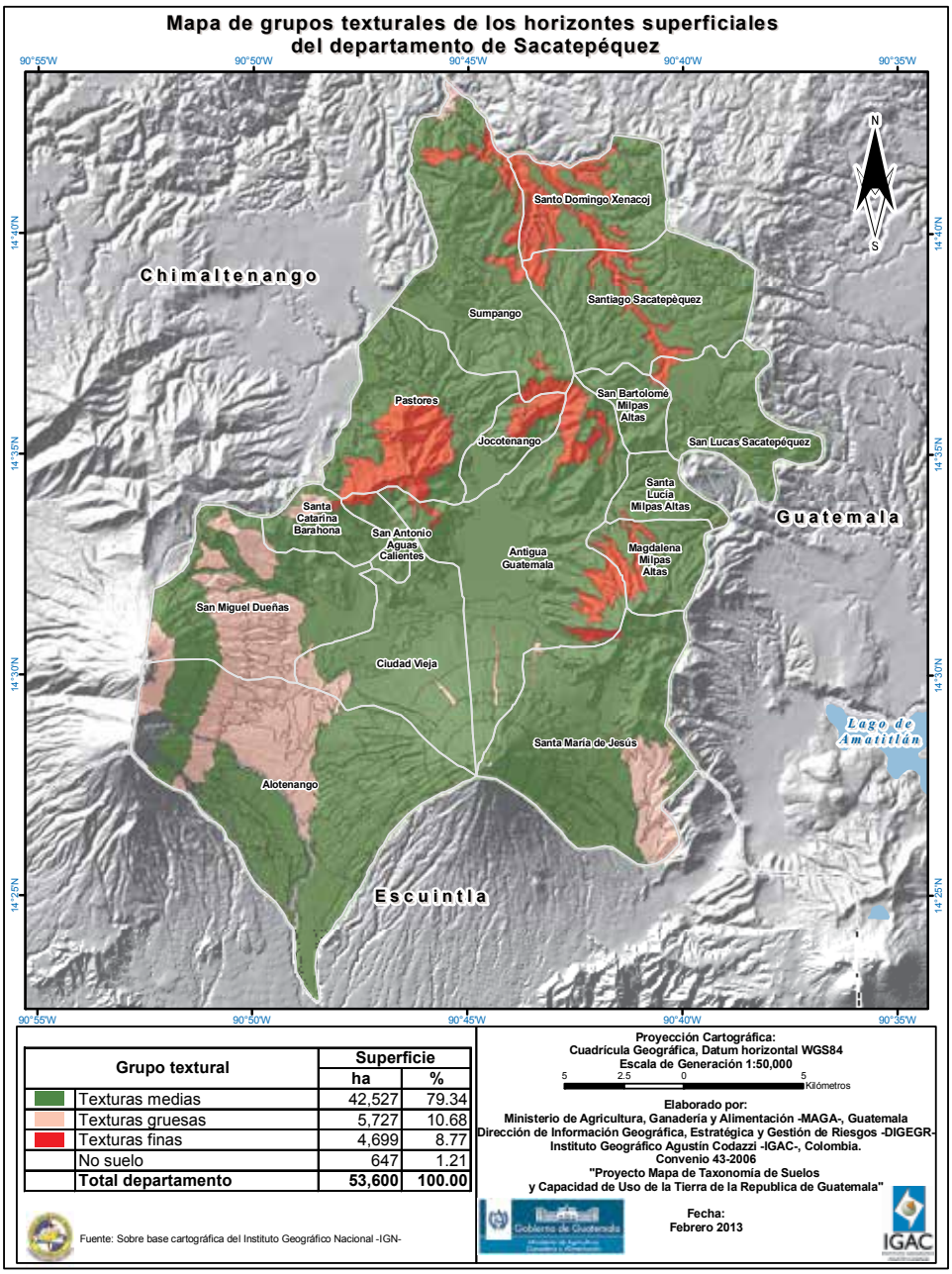


Figura 7.1 Grupos texturales de los horizontes superficiales en los suelos del departamento de Sacatepéquez

En el departamento, los suelos con texturas medias son predominantes ya que el 79.34% de los suelos poseen esta característica; la siguiente categoría en importancia son las texturas gruesas que se han encontrado en el 10.7% de los suelos; las texturas finas son minoritarias ya que únicamente el 8.8% de los suelos poseen esta característica; el restante 1.21% corresponde áreas que no presentan suelo. Lo anterior implica que la macroporosidad (poros grandes) predomina sobre la microporosidad (poros pequeños) por lo que existe un buen drenaje interno y que las prácticas de riego deben considerar láminas pequeñas, pero poco espaciadas en el tiempo y que la fertilización deba realizarse con cuidado, ya que muchos de 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 de los cultivos.

En todos los suelos, pero en especial en los de texturas medias y gruesas, se recomienda incorporar materia orgánica y abonos verdes para mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos del departamento.

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 de su atmósfera 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 los productos 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 (equivalente) 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.

En la Figura 7.2 se presenta el mapa de porosidad total de los suelos del departamento y dado que predominan las texturas medias y gruesas, domina entonces la macroporosidad sobre la microporosidad, ya que ésta última característica es propia de los suelos con texturas más finas. Detallando el tema de porosidad total el 50.86% de los suelos del departamento presentan una porosidad total baja, el 27.61% de porosidad total es media, un 20.32% presenta una baja porosidad total, el 1.21% restante corresponde a las áreas que no presentan suelo.



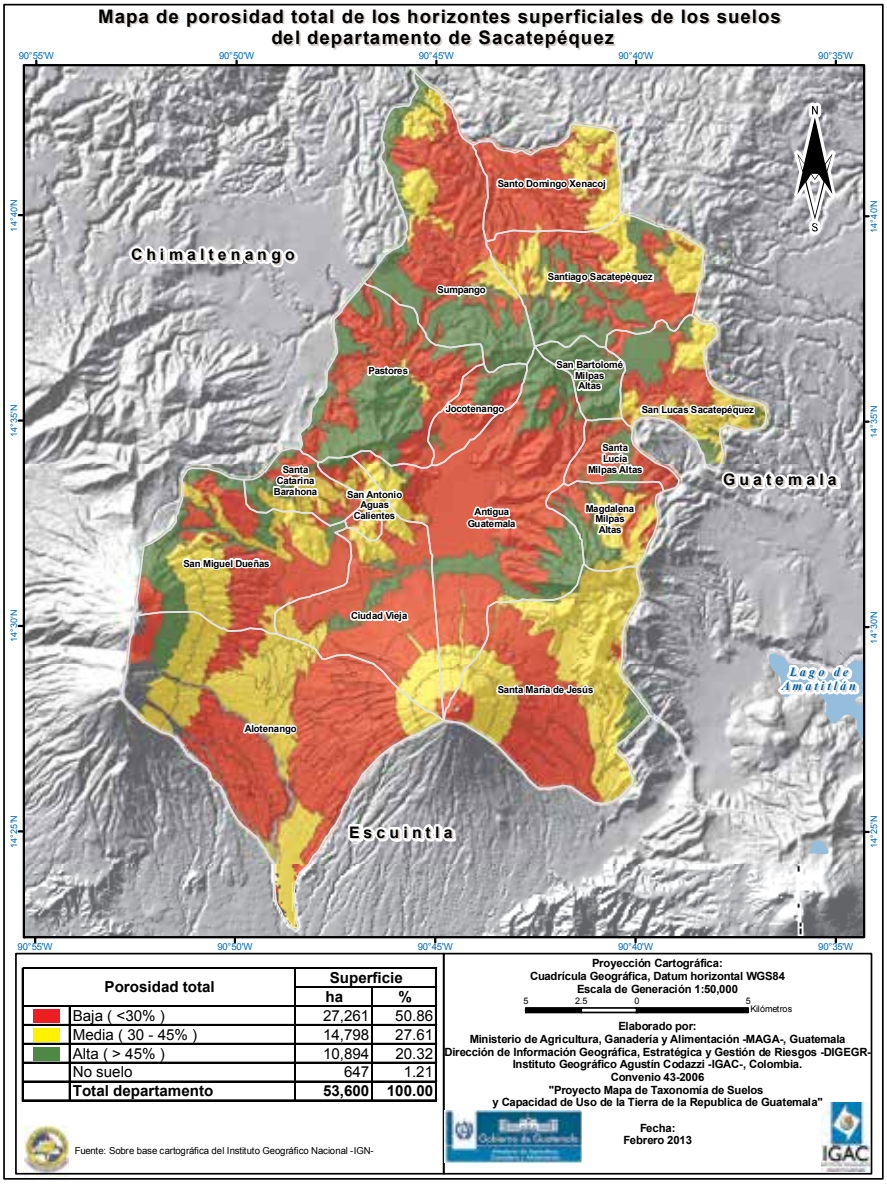


Figura 7.2 Porosidad total de los horizontes superficiales de los suelos del departamento de Sacatepéquez

7.1.3 Retención de humedad de los suelos

La humedad del suelo es fundamental para los seres vivos que lo habitan; las plantas la requieren para su desarrollo y producción. Cuando las condiciones climáticas establecen restricciones se requiere el riego para suplirla; los suelos del departamento en general sufren deficiencias hídricas por cerca de 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 suelos del departamento es "muy baja y baja" en un 96.8%. Ello se explica por las texturas medias y gruesas predominantes y por los bajos contenidos de materia orgánica. Además, aunado a la marcada estacionalidad de las lluvias, establece una limitante a tener en cuenta para la producción agrícola.

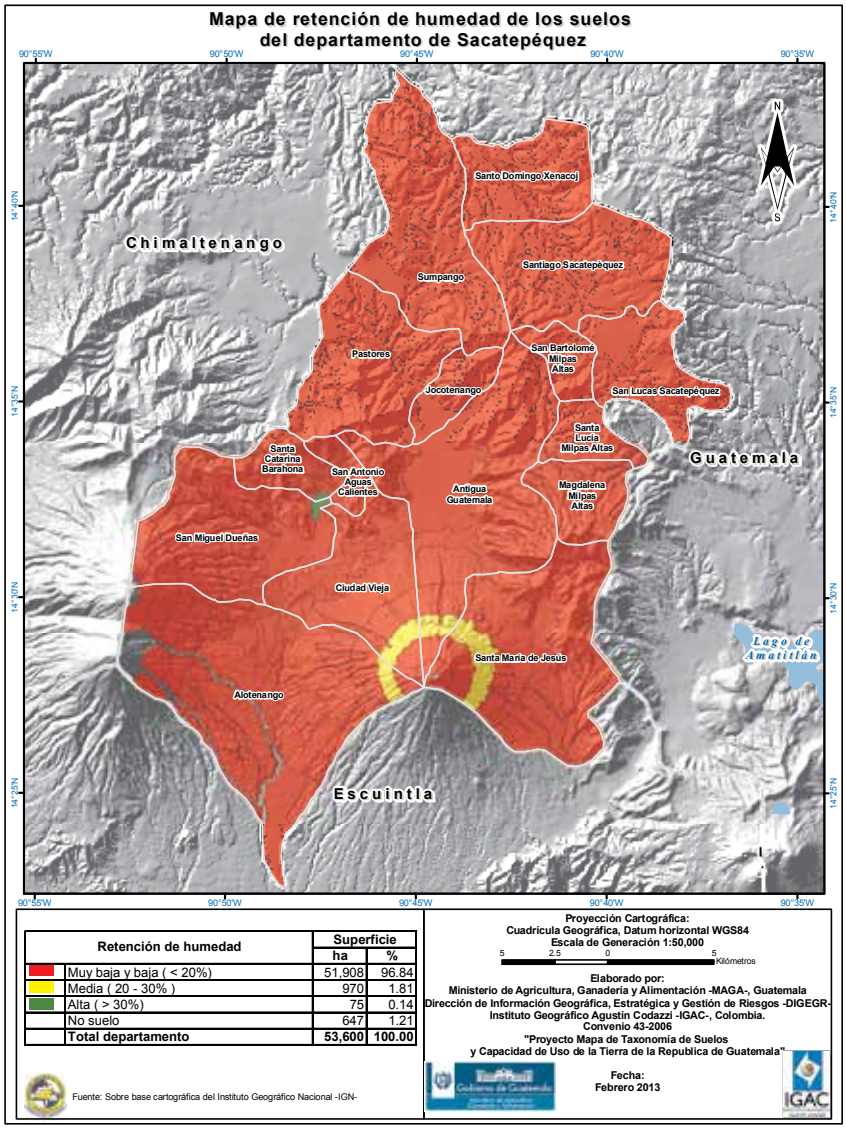


Figura 7.3 Retención de humedad de los suelos del departamento de Sacatepéquez

Los resultados comentados determinan la necesidad de regar y por sus características de textura y porosidad, nos indican el método adecuado: riegos frecuentes pero de baja intensidad.

7.1.4 Drenaje natural

El drenaje natural hace referencia a la frecuencia y duración de los periodos húmedos en condiciones similares a las de formación del suelo (SSS, 1993). La velocidad a la cual el agua es removida del suelo constituye su característica más distintiva. Los drenajes naturales extremos (excesivamente drenados o muy pobremente drenados) afectan desfavorablemente a las plantas y organismos del suelo. Si es excesivo, las plantas no alcanzan a tomar el agua que requieren y si es muy pobre, la falta de oxígeno disuelto en el agua afecta su desarrollo.

El mapa que se presenta en la Figura 7.4 muestra que el 66.38% de los suelos del departamento son bien drenados y el 20% poseen drenaje moderado. Como extremos tenemos pequeñas fracciones como el 8.7% que presenta drenaje excesivo y muy pobre el 0.1% de los suelos.

En el mapa de la Figura 7.4 se presentan las cinco clases de drenaje natural de los suelos del departamento con sus porcentajes respectivos.

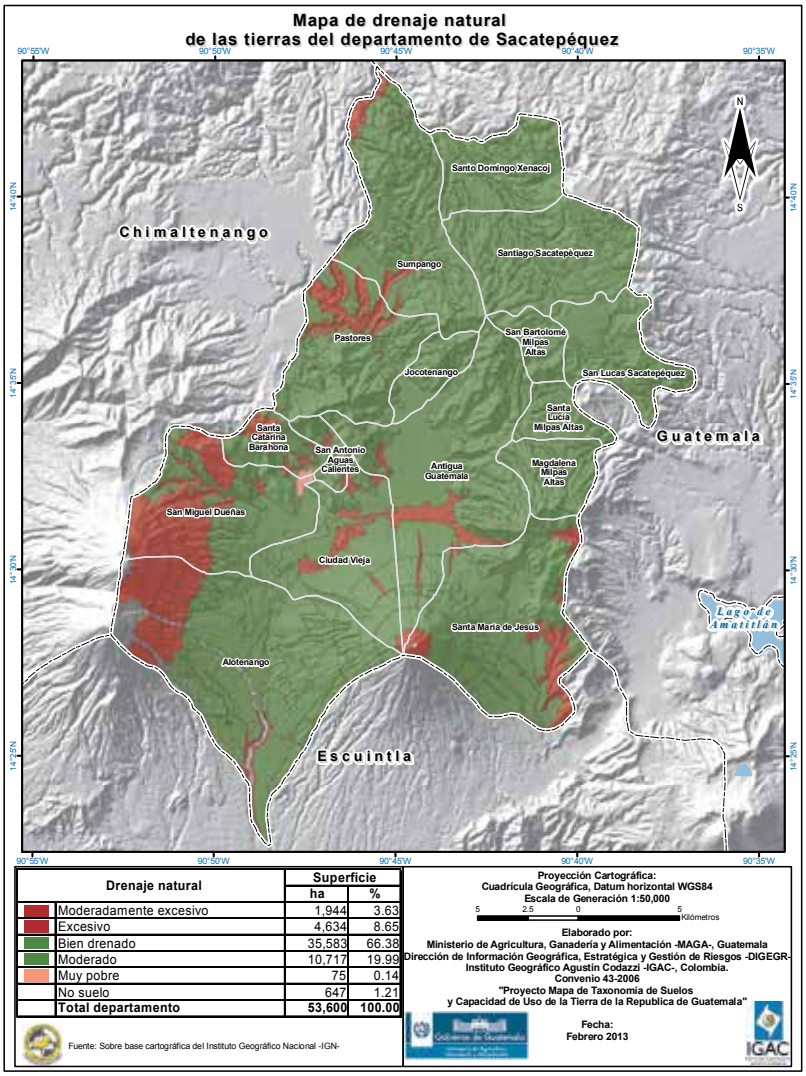


Figura 7.4 Drenaje natural de las tierras del departamento de Sacatepéquez

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; constituye un indicador biológico valioso, especialmente si se complementa con el estado de las raíces y con su densidad. Esta propiedad de los suelos 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 se ve afectada.

En el mapa de la Figura 7.5 se presentan las seis clases establecidas para calificar esta propiedad. Entre ellas resalta la clase "profunda" (>100 cm de espesor), con el 52.49% de los suelos y la moderadamente profunda (75 cm de espesor) con el 26.28%. Las clases: muy superficial o muy profunda son muy escasas en el departamento (en conjunto representan el 0.76%). Seguida por la clase moderadamente superficial (50-75 cms de espesor) con una participación del 10.04% y por la clase superficial (25-50 cms de espesor) con un 9.22%, el restante 1.21% corresponde a áreas que no presentan suelo.

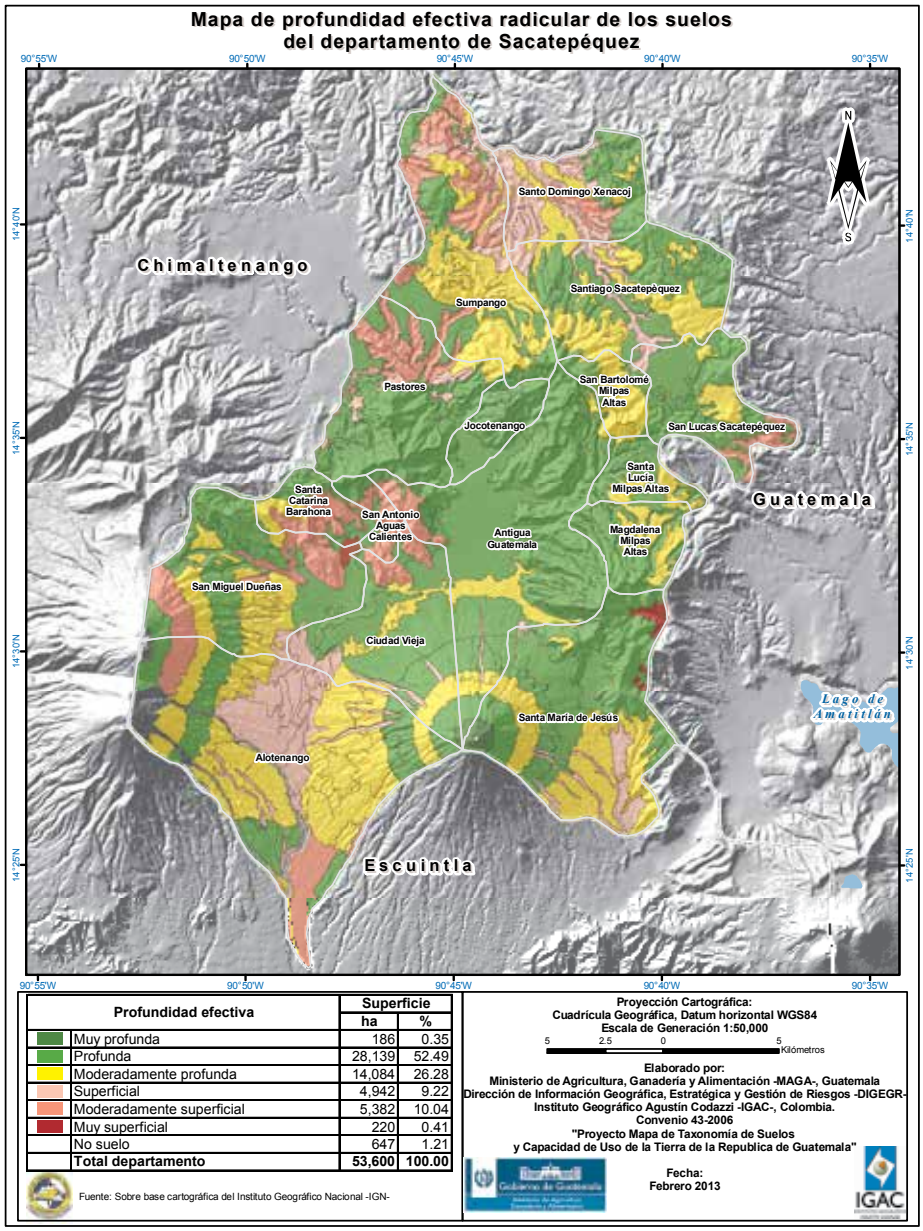


Figura 7.5 Profundidad efectiva radicular de los suelos del departamento de Sacatepéquez

En conclusión, los suelos del departamento no están limitados por la profundidad a la cual sus raíces pueden llegar, pero sí por las condiciones de retención y restricción de humedad, estas últimas se presentan durante varios meses al año.

7.1.6 Síntesis y aplicaciones sobre las características y propiedades físicas de los suelos del departamento de Sacatepéquez

En síntesis los resultados de las características y propiedades físicas de los suelos del departamento establecen que la retención de humedad sea uno de los aspectos limitantes, dado que el 96.84% de las tierras la presentan en rangos bajos y muy bajos. Ello, aunado a la deficiencia de lluvias durante un periodo prolongado (más de 5 meses), determina la necesidad de riego con el fin de mantener su productividad (suelos predominantemente profundos y fértiles).

El riego, por otra parte, debe realizarse en forma frecuente y con baja intensidad, debido al predominio de suelos con texturas medias (el 79.34%) y gruesas (10.68%), baja capacidad de retención de humedad y bajos contenidos de materia orgánica.

Asociado con lo expresado, la aplicación de fertilizantes debe fraccionarse, tanto en función de la humedad disponible como de las etapas de desarrollo de las plantas, lo anterior con la finalidad de evitar su pérdida (lavado) durante la estación húmeda y aumentar su eficiencia.

7.2 ASPECTOS QUIMICOS RELEVANTES DE LOS SUELOS.

Los aspectos químicos de los suelos que se comentan a continuación son:

- pH (reacción del suelo)
- Capacidad de intercambio de cationes (actividad del suelo)
- Saturación de bases
- Carbono orgánico (materia orgánica)
- Fósforo asimilable por las plantas
- Potasio asimilable por las plantas.

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.

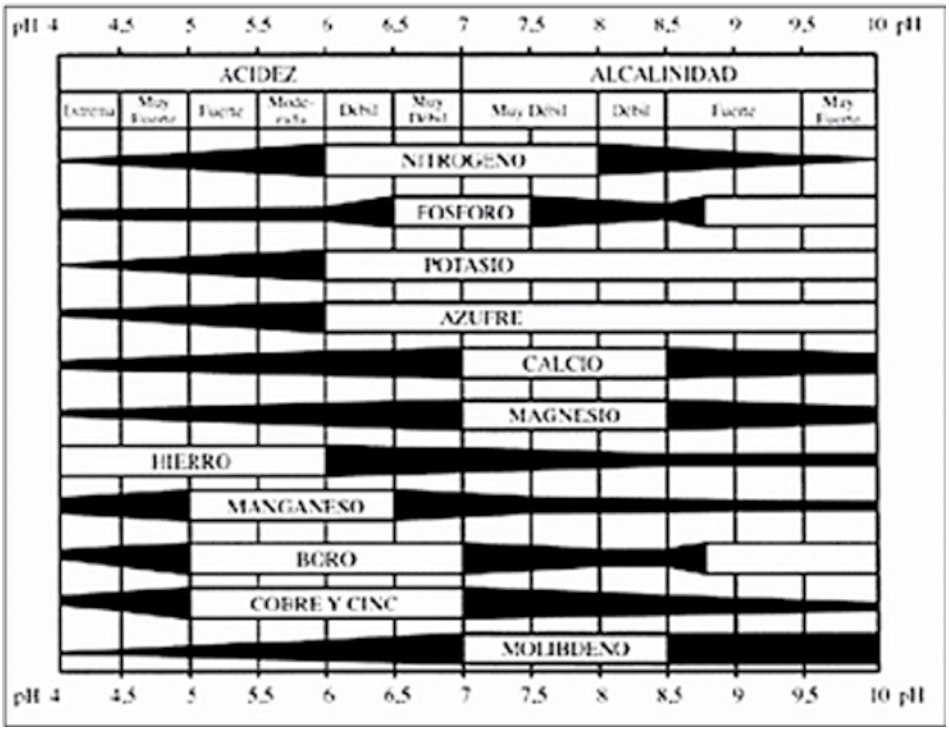


Figura 7.6 Relación entre el valor del pH y la disponibilidad de elementos requeridos por las plantas (a mayor espesor de las líneas mayor disponibilidad de los elementos)

Algunos ejemplos de lo anterior son los siguientes: (ver capítulo en el documento de word).

De acuerdo al 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 indican su disponibilidad para ser "tomado" por los organismos).

En resumen, conociendo el valor del pH y comparándolo con la información presente 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 o no presentes en el medio.

Si el pH es muy ácido (< de 5 - 5.5) o muy básico o alcalino (> de 8 - 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 Sacatepéquez. Los rangos utilizados son los siguientes: ácidos (pH <5.5); ligeramente ácidos (pH 5.5 - 6.5); neutros (pH 6.6 - 7.6).

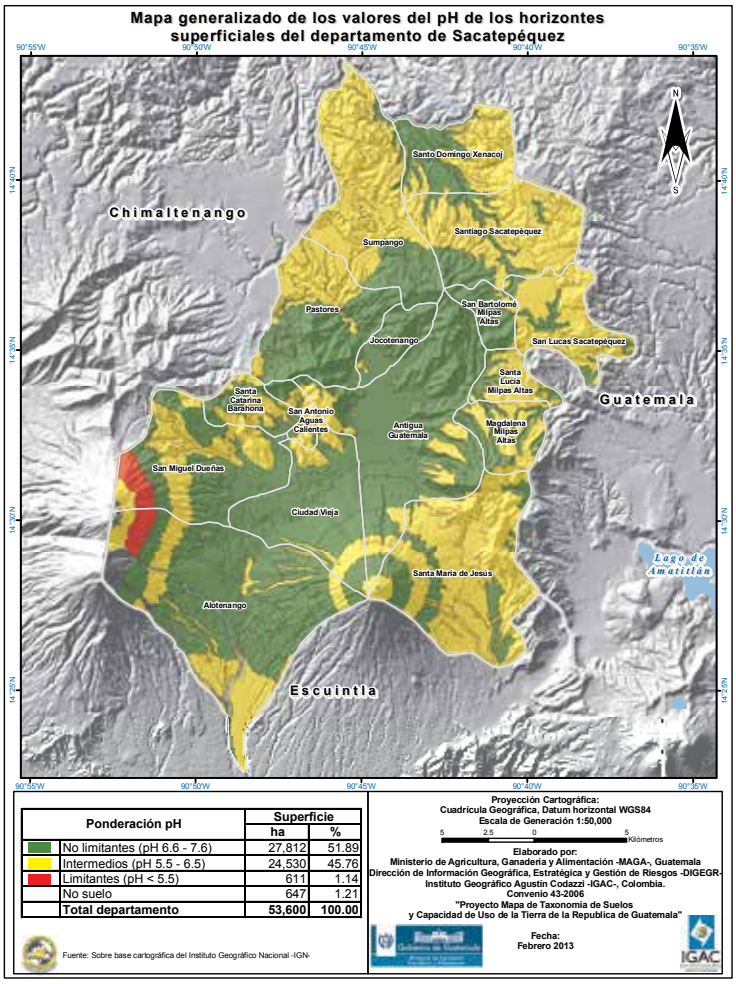


Figura 7.7 Rangos de valores del pH de los horizontes superficiales de los suelos del departamento de Sacatepéquez

Los resultados indican que el 51.89% de los suelos no presentan limitaciones en cuanto al pH. El 45.76% tiene valores intermedios (5.5 - 6.5), lo cual, en la práctica, tampoco los limita (excepto en cultivos exigentes en este aspecto). Los suelos con limitaciones por este valor son muy escasos (1.15%), pudiéndole concluir que le pH no es un factor que limite la productividad de las tierras del departamento.

7.2.2 Capacidad de intercambio de cationes (actividad del suelo)

La actividad de los suelos (qué tan activos son) se vincula con la capacidad para retener, almacenar e intercambiar elementos (Calcio, Magnesio, Potasio) vinculados con su fertilidad o para evaluar si algunos presentan problemas de toxicidad (como la presencia de Aluminio, por ejemplo).

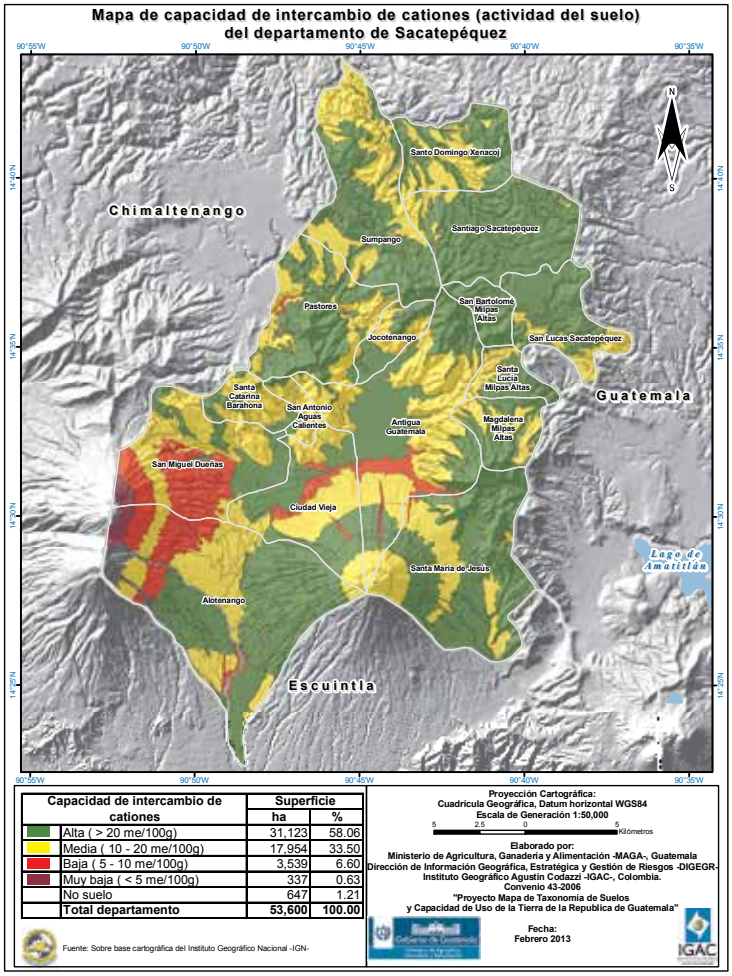


Figura 7.8 Capacidad de intercambio de cationes (actividad de los suelos) en el departamento de Sacatepéquez

Esta característica, una de las más importantes del suelo, evita o limita la pérdida de muchos nutrientes para las plantas. 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 el departamento). 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 58.06% de los suelos tienen alta capacidad de intercambio, el 33.5% media y el 7.23% baja y muy baja. Lo anterior se explica fundamentalmente debido a la generación de productos activos asociados a la alteración de cenizas volcánicas (productos coloidales llamados alófanas), ya que el contenido de materiales orgánicos (humus) es bajo en el 86.32% de los suelos del departamento tal y como se muestra en la Figura 7.10.

7.2.3 Saturación de bases

En los dos temas previos (pH y Capacidad de Intercambio Catiónico) se comentaron sus relaciones con elementos (nutrientes) presentes en el suelo, concluyéndose que el pH no los limitaba y que la capacidad para retenerlos era alta o mediana en general, la cual tampoco los desfavorece. En el tema actual se evalúan estas relaciones.

Las "bases intercambiables" hacen referencia a elementos como Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio, retenidos por las cargas eléctricas, previamente comentadas. La suma de todas ellas comparada con la capacidad de retención que tiene el suelo es lo que se conoce como "saturación de bases".

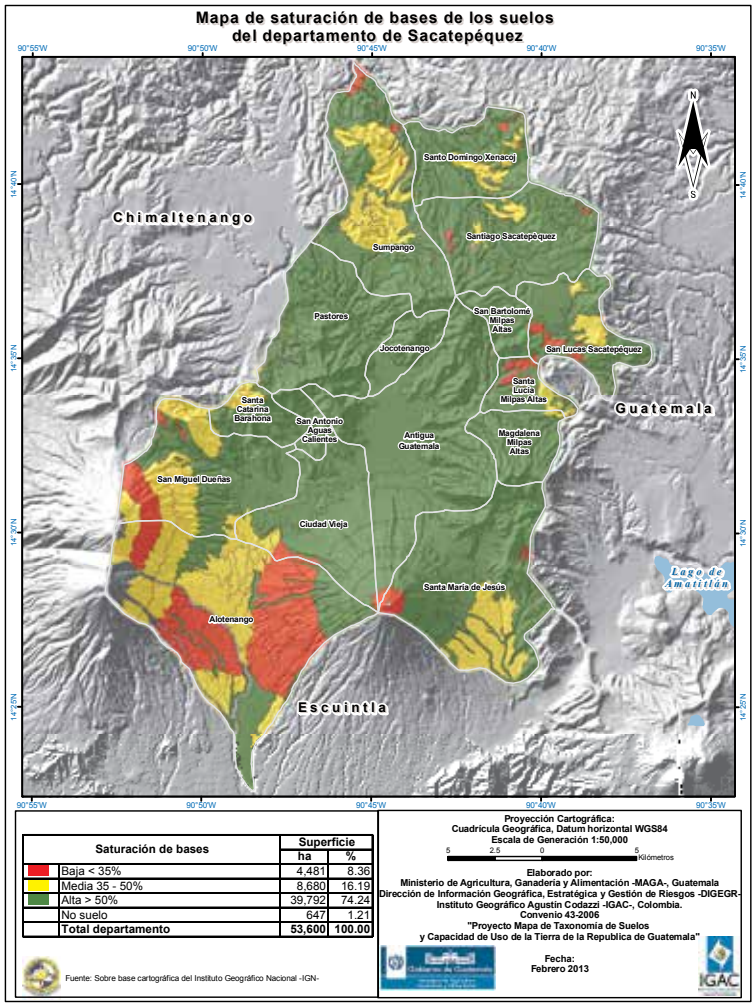


Figura 7.9 Saturación de bases en los suelos del departamento de Sacatepéquez

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 aproximarse a la fertilidad 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.

De acuerdo con los resultados mostrados en el mapa de la Figura 7.9 los suelos del departamento en un 74.24% tienen saturación alta, el 16.19% media y solo el 8.36% la presentan baja. Lo anterior comprueba la hipótesis planteada (relación entre el pH y la saturación de bases) e indica que en la mayoría de los suelos del departamento no hay limitaciones con respecto a la saturación de bases.

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).

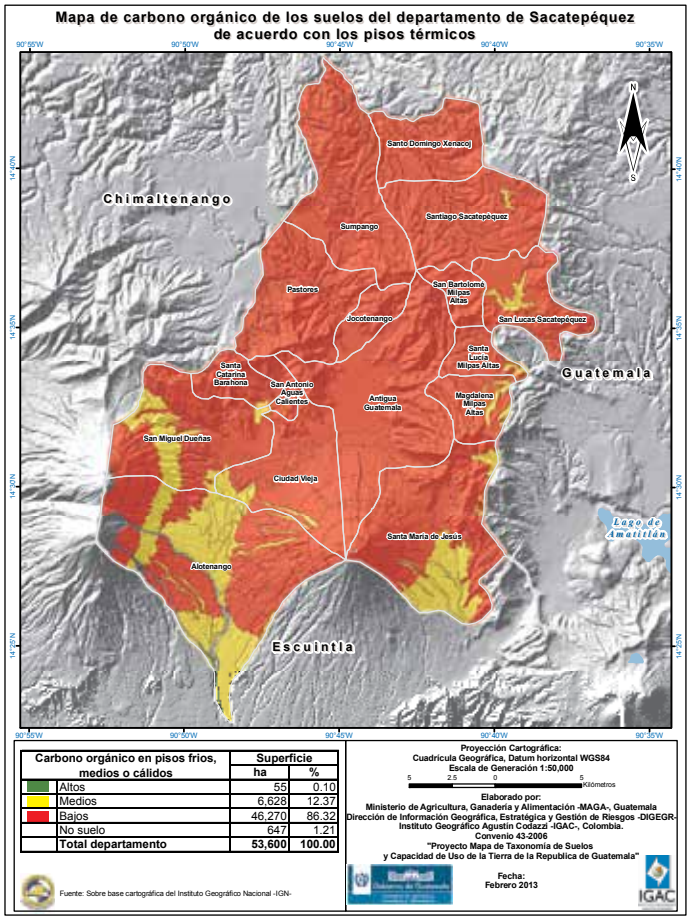


Figura 7.10 El Carbono orgánico (materia orgánica) de los suelos del departamento de Sacatepéquez

Durante este proceso se liberan y hacen 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, la porosidad, la formación de agregados (terrones) y 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 y cálidos).

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 86.32% de los casos, medio en el 12.37% y alto solamente en el 0.1%. Lo cual nos indica que esta deficiencia debe suplirse mediante la adición de materia orgánica.

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 forma 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 sintéticos.

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 muy escasos en la fracción arenosa analizada en los suelos del departamento, o materiales orgánicos que, como se comentó en el punto anterior, son bajos. Lo anotado indica que las fuentes del elemento son muy reducidas.

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), esto no es el caso del departamento de Sacatepéquez (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 muy frecuentes. No obstante, este tema debe investigarse ya que los valores del pH influyen en el proceso.

En la Figura 7.11 se muestra que el contenido de Fósforo asimilable por las plantas es bajo en el 80.05% de los suelos. Solo un 6.1% de ellos lo presentan en el rango alto (posiblemente por aplicación de fertilizantes fosfóricos) y un 12.63% en el rango medio.

En resumen: el contenido de Fósforo en los suelos es bajo, se requiere su aplicación y, en la medida de lo posible, es preferible aplicarlo en forma localizada y cercana a las raíces de los cultivos.



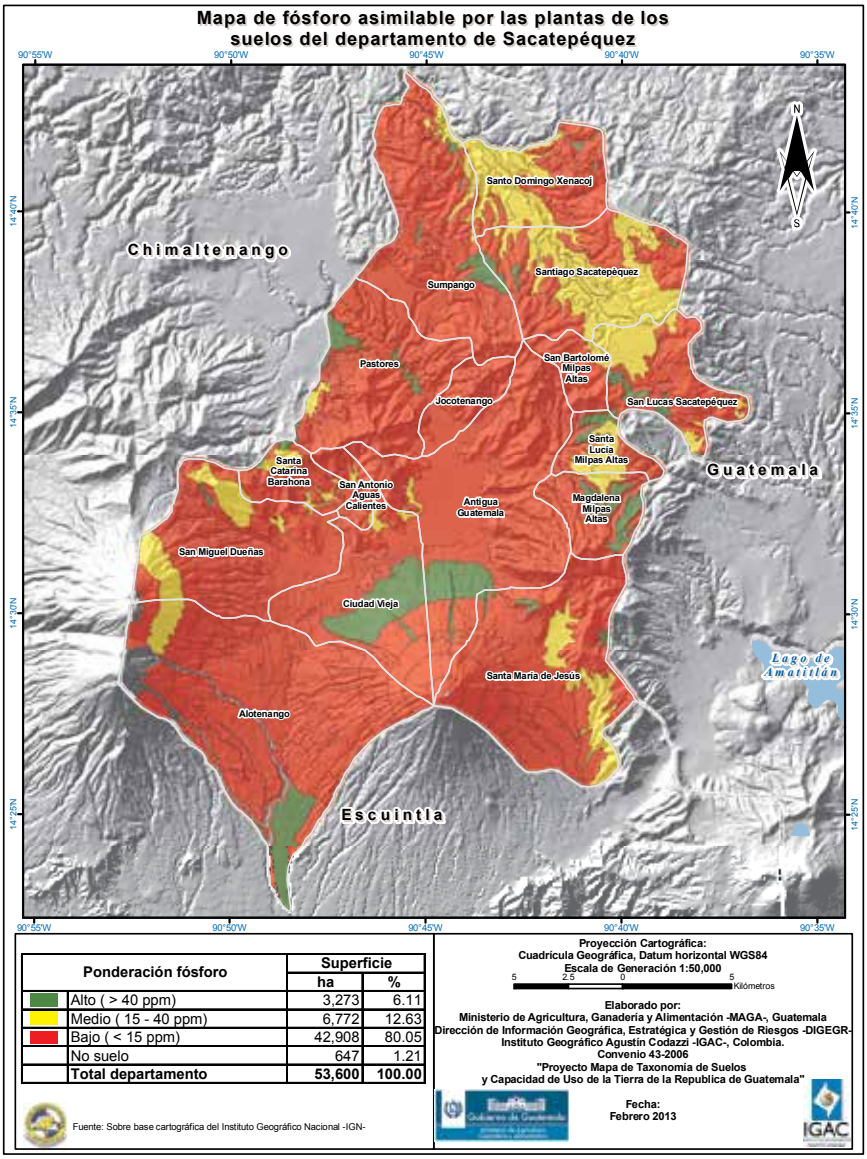


Figura 7.11 Fósforo asimilable por las plantas en los suelos del departamento de Sacatepéquez

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 bien sea 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, razón por la cual fue utilizada en el presente estudio.

Las fuentes del elemento en el departamento se piensa que provienen de la alteración del vidrio volcánico (material emitido por los volcanes) y presente en las arenas de sus suelos. Ello como hipótesis, puede ser válido para algunos volcanes, no para todos.

Este elemento, contrario al Fósforo, es frecuente y se presenta en cantidades altas (62.4%), medias (17.12%) y bajas en el 19.27% de los suelos, tal y como se muestra en la Figura 7.12.

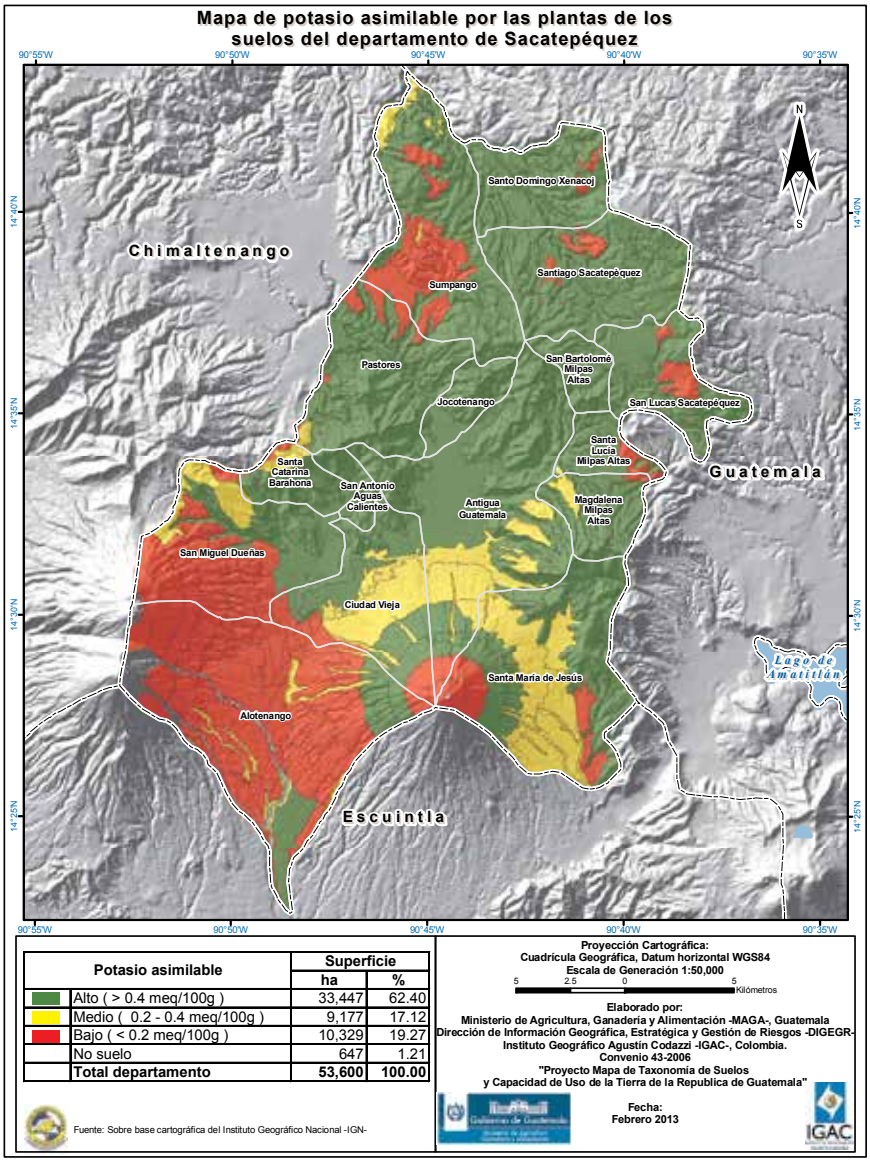


Figura 7.12 Potasio asimilable por las plantas en los suelos del departamento de Sacatepéquez

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.

La fertilidad química 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, reacción, 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 altos (76.86%) y medios (21.3%). Solo el 0.6% de los suelos presentan fertilidad baja. Esta evaluación se realizó siguiendo la fórmula utilizada en la metodología del IGAC (2006).

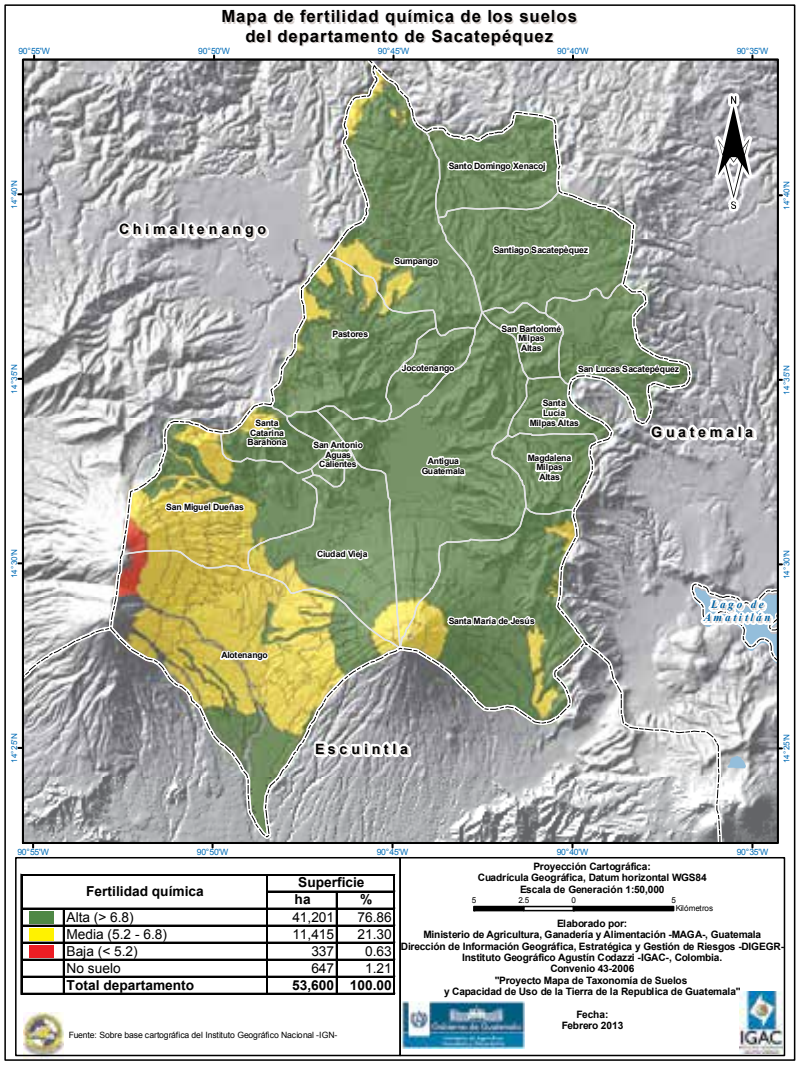


Figura 7.13 Fertilidad química de los suelos del departamento de Sacatepéquez

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.

7.2.8 Síntesis de aspectos físicos y químicos de los suelos del departamento de Sacatepéquez

Las características y propiedades de los suelos, como tales, 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 cenizas volcánicas (tefras en general), lo cual a la vez que determina profundidades radiculares altas, los hace susceptibles a condiciones de sequía debido a su baja retención de humedad (por sus texturas gruesas y medias y bajos contenidos de materiales orgánicos). Ello es altamente limitante dada la estacionalidad muy marcada de las lluvias.

Las condiciones de fertilidad química son favorables: pH's no limitantes, suficiente capacidad de intercambio de elementos y saturaciones adecuadas de "bases". No obstante, se presentan deficiencias en

dos elementos que las plantas requieren en mayores cantidades: **Nitrógeno y Fósforo.** Estas deficiencias tienen dos razones: las pocas cantidades de materiales orgánicos que tiene los suelos (fuentes de ellos) y la presencia de productos de alteración de las tefras (materiales amorfos, aluminio activo) que retienen el Fósforo y lo hacen inasimilable para las plantas. Las razones básicas para explicar el comportamiento de estos suelos reside en su origen volcánico, en el bajo grado de desarrollo (evolución) que presentan y, como consecuencia, en la dinámica implícita de sus características ándicas (Andisoles y suelos vinculados a ellos en su origen y evolución).

El manejo de los suelos, como consecuencia de lo expresado, debe favorecer y recomendar prácticas que aumenten el contenido de materia orgánica (residuos de cosechas, abonos verdes, abonos orgánicos), realizar labores de preparación de tierras que eviten la oxidación de los pocos materiales orgánicos presentes, como la labranza mínima; regar con riegos poco intensos, pero frecuentes y aplicar fundamentalmente fertilizantes nitrogenados y fosfóricos (estos últimos en forma lo 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 constituye 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 de aquellos íntimamente relacionados con él. Estos son:

- La pendiente del terreno
- La erosión de las tierras
- Las limitantes de las tierras
- La intensidad de uso de las tierras
- El contenido de carbono orgánico y su relación con el secuestro del CO2 atmosférico y el cambio climático global.

Estos aspectos facilitan la aplicación del presente estudio a aquellos referidos a la planificación y el 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 y tipos de riego, de manejo y conservación.

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 a la pendiente del terreno; 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).

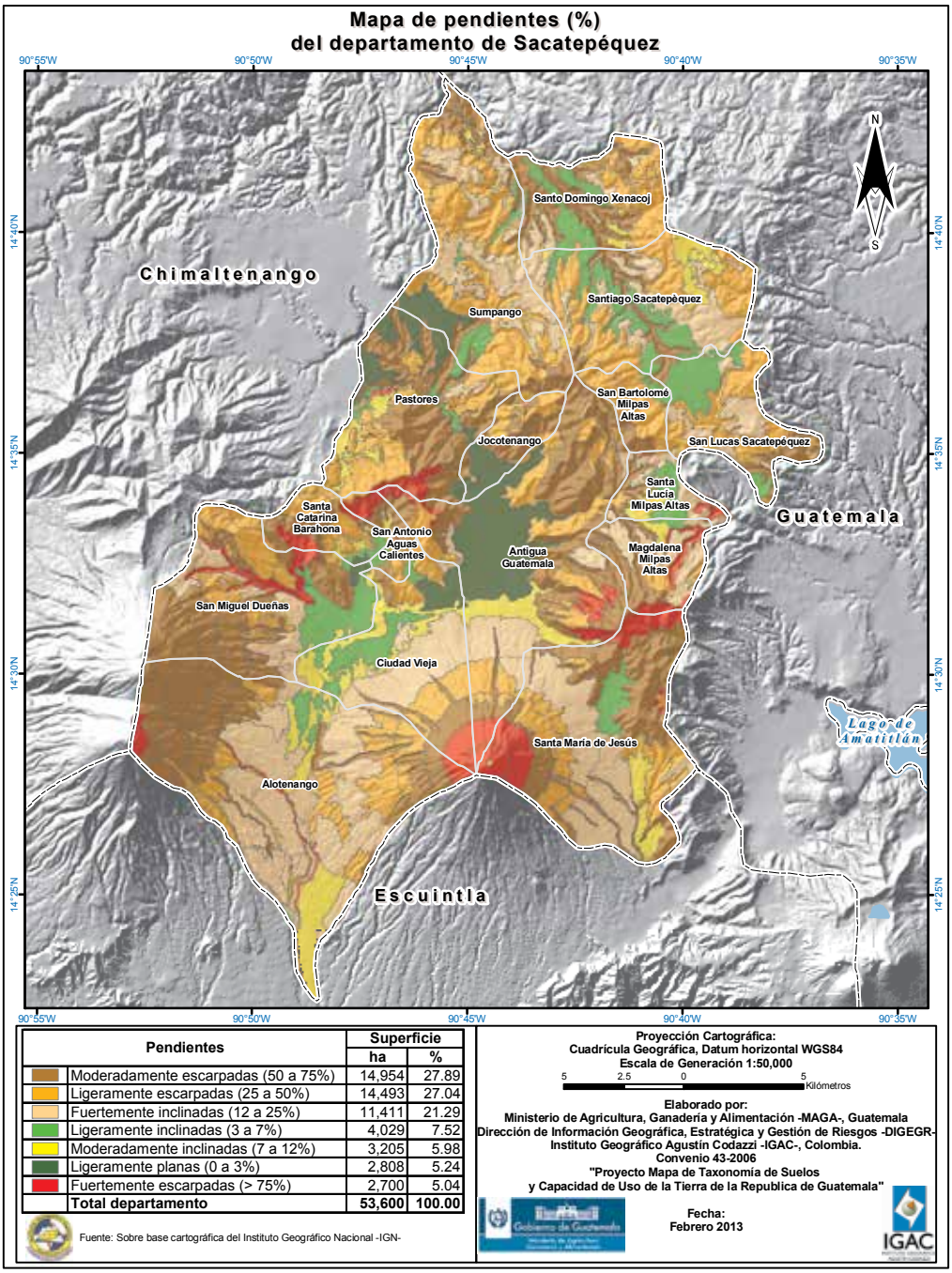


Figura 7.14 Mapa de pendientes (%) en el departamento de Sacatepéquez

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 27.3%. 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. Sus porcentajes en el departamento (27%) fundamentan la necesidad de 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 son las actividades recomendadas en esta categoría de pendientes.
- Las tierras con pendientes en el rango 50-75% abarcan el 27.8% de la superficie del departamento. Las limitaciones que presentan son muy severas y en su uso, las actividades forestales son las 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% del territorio) deben dedicarse a la conservación de los recursos, las fuentes de agua y la biodiversidad.

Se recomienda y sugiere que los planteamientos expresados apoyen políticas ambientales.

7.3.2 Erosión actual de las tierras

La erosión de las tierras provocada por la acción del agua o del viento, separa y transporta partículas del suelo provocando su pérdida. La erosión puede ser natural (por lo general lenta y constante en el tiempo, con excepción de eventos catastróficos que la incrementan), acelerada por acción humana, muchas veces relacionada con deforestación, exceso de labores agrícolas, sobrepastoreo, carencia de medidas de conservación de suelos, intervención de ecosistemas frágiles sin medidas de protección, entre otros.

Las consecuencias derivadas de los procesos erosivos incluyen la degradación de las tierras, la pérdida de su capacidad productiva y de su biodiversidad y la generación de sedimentos que colmatan embalses, lagunas y ríos y afectan zonas agrícolas productivas al recibirlos.

El estudio de la erosión puede llevarse a cabo bajo diferentes aspectos; algunos de ellos son: procesos que la causan; susceptibilidad a ella; **erosión actual.** Esta última es la presentada en el mapa de la Figura 7.15.

Los resultados del estudio referidos a la erosión de los suelos indican que:

- El 75.80% de los suelos del departamento presentan erosión ligera. El 11.57% moderada y el 5.73% erosión severa.
- El grado ligero de erosión es especialmente peligroso ya que su evidencia se enmascara y no se manifiesta en forma notoria. Cuando lo hace (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 este no es suficiente si las prácticas de manejo no se llevan a cabo adecuadamente. Debido a las pendientes dominantes en 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 y, en las áreas de más pendientes, elaborar terrazas que por su diseño mantengan el suelo en su lugar. La tierra tiene una oferta ambiental definida, si ésta es superada, entra en desequilibrio y comienza su degradación.



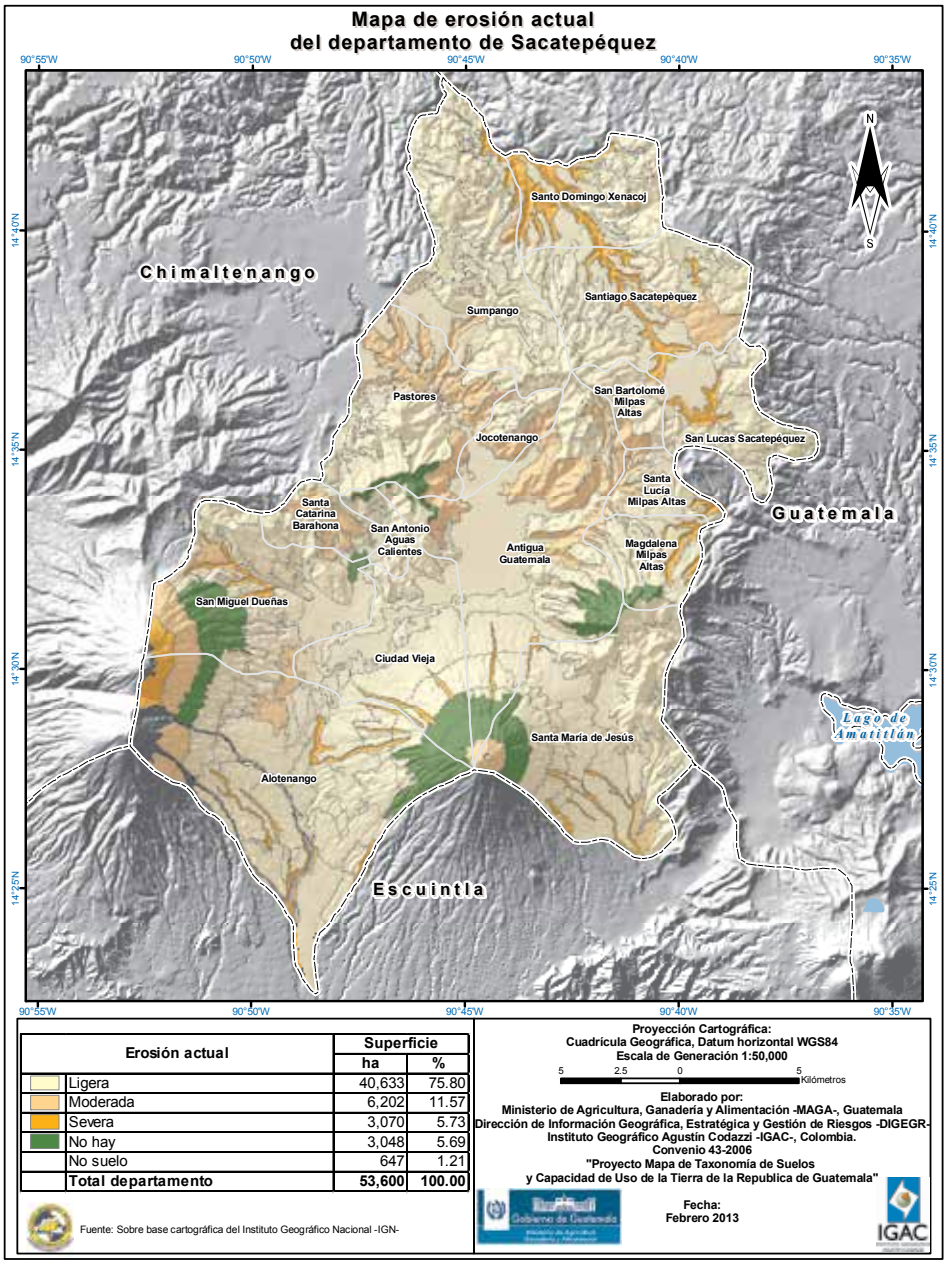


Figura 7.15 Mapa de erosión actual (%) en el departamento de Sacatepéquez

7.3.3 Limitantes de los suelos: fragmentos gruesos, profundidad efectiva radicular y fertilidad natural

La presencia 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.

En el mapa de la Figura 7.16 se muestran las zonas del departamento con estas limitantes.

El objetivo del mapa es el de llamar la atención sobre estas zonas críticas, de tal manera que se tengan en cuenta al tratarse aspectos como planificación del desarrollo y ordenamiento del territorio.

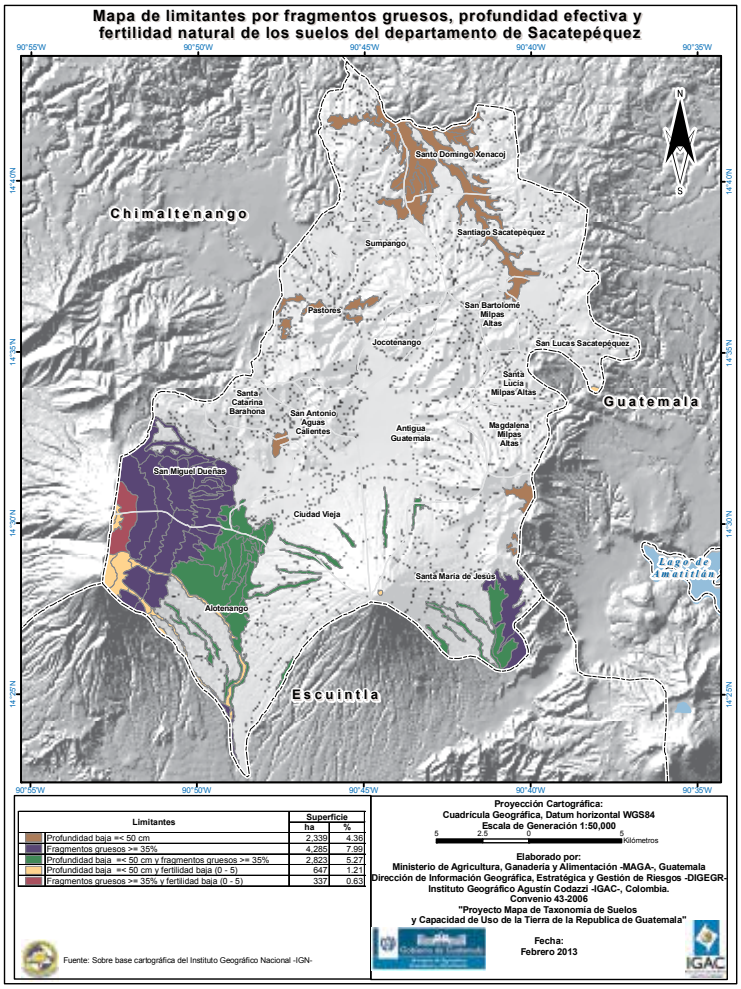


Figura 7.16 Mapa de limitantes por fragmentos gruesos, profundidad efectiva y fertilidad natural de los suelos del departamento de Sacatepéquez

7.3.4 Intensidad de uso de las tierras

La intensidad de uso de la tierra es un indicador de la forma como se utilizan los suelos; presenta tres categorías: Uso Correcto; Sobreutilización y Subutilización. Proviene de la comparación y contraste de la información de dos mapas: Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra y Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra, ambos generados en el presente estudio. La comparación a nivel de polígonos se realiza en un Sistema de Información Geográfico; de tal forma que suelos de las clases II, III y IV deben utilizarse en agricultura con cultivos intensivos las dos primeras clases y con fuertes prácticas de conservación en la tercera; las clases VI y VII no deben utilizarse en cultivos intensivos que dejen los terrenos descubiertos ya que en ese caso, se provoca una fuerte erosión y el sistema se desequilibra por sobreutilización. La clase VIII debe ser de conservación y no admite cultivos de ninguna índole ya que se estaría sobreutilizando el recurso tierra.

La categoría de Subutilización se produce al utilizar las tierras por debajo de su capacidad al asignarle otros usos diferentes de los usos principales que estas tierras pueden soportar; por ejemplo: en el caso de las tierras agrícolas de clase de capacidad II y III su uso principal son los cultivos intensivos y se consideran subutilizadas si se destinan a la ganadería extensiva o a las plantaciones agroforestales y forestales. En la Figura 7.17 se muestra el Mapa de Intensidad de Uso del departamento de Sacatepéquez.

En general el territorio muestra una mayoría de Uso Correcto (60%) en la asignación de usos a las tierras; esta situación tiene su origen en la expansión del café bajo sombra en las tierras de clase IV, VI y VII del centro y este del departamento; en la dedicación al cultivo de granos básicos y hortalizas en las tierras de clase II y III del altiplano y en la presencia de bosque latifoliado y mixto en ciertas áreas de clase VI y VIII. El aspecto preocupante lo constituye el 22.5% del territorio que está sobreutilizado ya que son terrenos de clase VI, VII y VIII que están siendo dedicados al cultivo de granos básicos, hortalizas y otras actividades agrícolas que están erosionando los suelos y provocando su degradación. Este problema se distribuye en casi todo el departamento.

A su vez, es importante aclarar que el concepto de intensidad de uso con las tres categorías indicadas, no muestra cómo se está utilizando el recurso suelo aunque el cultivo sea el adecuado según su capacidad; para complementar el análisis es necesario estudiar el concepto de erosión.

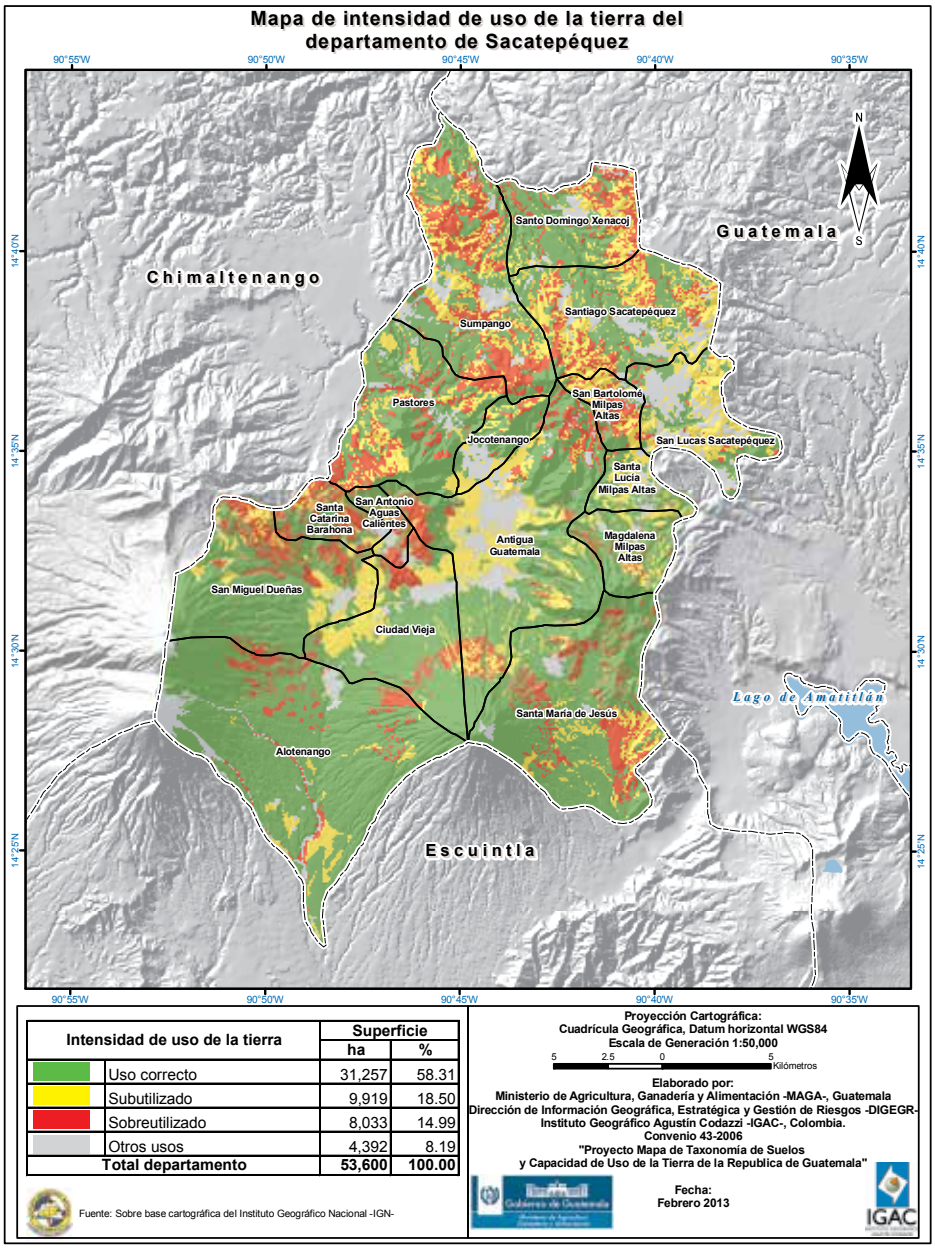


Figura 7.17 Mapa de intensidad de uso de las tierras del departamento de Sacatepéquez

Cuadro 7.1 Fragmento de la comparación y clasificación de intensidad de uso

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE MANEJO	VOCACIÓN	USO ACTUAL	CALIFICACIÓN
IV	IVp	IVp1	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso correcto
				Cítricos	Uso correcto
				Café	Uso correcto
				Hortalizas	Uso correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Uso correcto
				Melocotón	Uso correcto
				Mosaico de cultivos	Uso correcto
				Zanahoria	Uso correcto
				Bosque mixto	Subutilizado
				Bosque de Pino	Subutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Subutilizado
				Tejido urbano	Otros usos
		IVp2	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso correcto
				Cítricos	Uso correcto
				Café	Uso correcto
				Hortalizas	Uso correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Uso correcto
				Bosque mixto	Subutilizado
				Bosque de Pino	Subutilizado
				Espacios con vegetación escasa	Subutilizado
				Instalaciones deportivas y recreativas	Otros usos
				Tejido urbano	Otros usos
		IVpe1	AGRÍCOLA	Arveja china	Uso correcto
				Bosque mixto	Subutilizado
				Bosque de Pino	Subutilizado
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Subutilizado
				Instalaciones deportivas y recreativas	Otros usos
				Tejido urbano	Otros usos
				Maíz	Uso correcto
				Pastos cultivados	Uso correcto
				Bosque latifoliado	Subutilizado
VI	VIp	VIp1	AGROFORESTAL	Bosque latifoliado	Subutilizado
				Café	Uso correcto
				Maíz y Frijol	Sobreutilizado
				Pastos cultivados	Uso correcto
				Vegetación arbustiva baja	Uso correcto
	VIps	VIps1	AGROFORESTAL	Aguacate	Uso correcto
				Arveja china	Sobreutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Bosque mixto	Subutilizado
				Café	Uso correcto
				Lechuga	Sobreutilizado
				Maíz	Sobreutilizado
				Mosaico de cultivos	Sobreutilizado
				Vegetación arbustiva baja	Uso correcto

7.3.5 Contenido de carbono orgánico de los suelos y su vínculo con el secuestro de CO_2 atmosférico y el cambio climático global

El carbono de los suelos del mundo constituye el mayor reservorio, no fósil, de este elemento. Su cantidad se acerca al triple del existente en la vegetación de los ecosistemas terrestres.

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 7.18 muestra el contenido (expresado en volumen) del carbono orgánico de los suelos del departamento de Sacatepéquez, hasta los 100 cm de profundidad. En él se destacan los siguientes aspectos:

- Las cantidades bajas y muy bajas abarcan el 42.2% de los suelos
- Las cantidades medias incluyen el 31.8% de las tierras.
- El contenido del elemento que se califica como alto solamente está presente en el 25.7% de los suelos. Los muy altos son insignificantes en extensión (0.1%).

Como conclusión puede afirmarse que los suelos están en capacidad de incrementar el contenido de carbono orgánico (materia orgánica) en un porcentaje alto. Ello dependerá del manejo al cual se sometan; si ello se lleva a cabo el departamento contribuirá en el secuestro de 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.

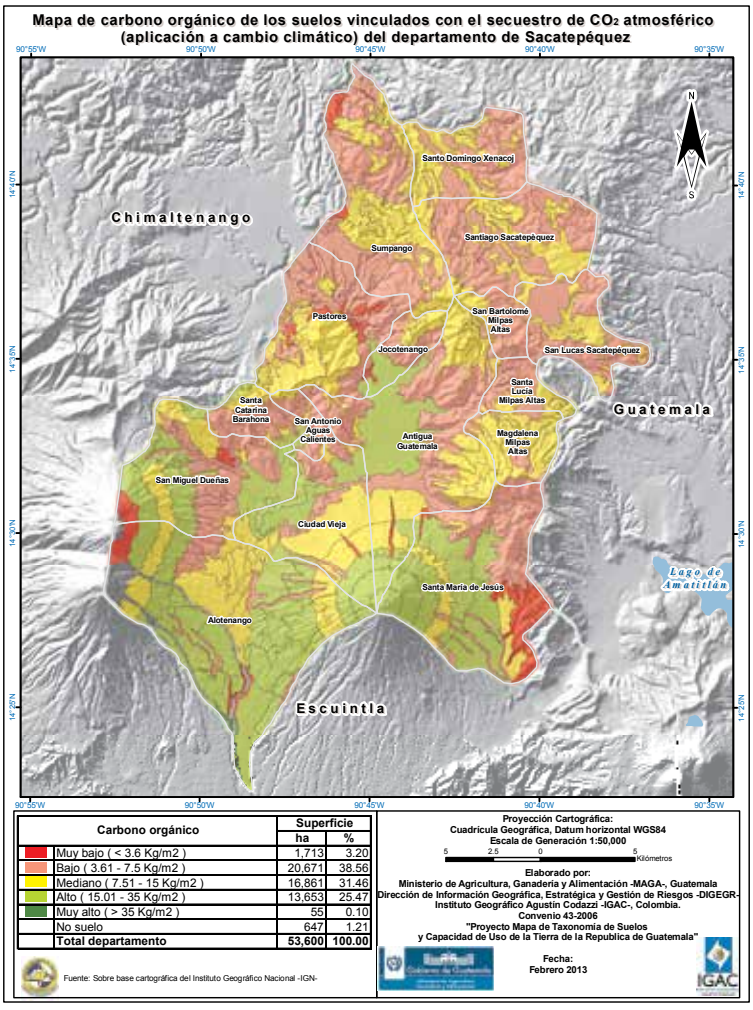


Figura 7.18 Cantidad de carbono orgánico de los suelos vinculado con el secuestro de CO_2 atmosférico, en el departamento de Sacatepéquez

7.4 SÍNTESIS 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 Sacatepéquez. 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 principales limitantes, dado que el 98 % 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, la saturación de bases y el Potasio aprovechable por las plantas 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 27% de la superficie del departamento; la erosión actual calificada de ligera a moderada que se encuentra en más del 87% de los suelos y a la estacionalidad de las lluvias (varios meses secos al año) en más del 65% 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 (no son muy conspicuos en relación a la extensión que representan) 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 6% 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 58% 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

BRODERSON, D.W. 2003. From the Surface Down. An Introduction to Soil Surveys For Agronomic Use. USDA.NRCS. 26p.

POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE. 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. P2.7 (Fig.2.4 modificada) Estados Unidos de Norte América.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2006. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Subdirección de Agrología, Bogotá. Colombia. Sexta edición.648 p.

SOIL SURVEY STAFF. 1993. Soil Survey Manual. USDA. NRCS.

_____. 2006. Keys to Soil Taxonomy.USDA.NRCS.Tenth Edition.332p.

_____. 2010. Keys to Soil Taxonomy.USDA.NRCS.Eleven Edition.—p.

SUMNER E.M.; WEST, T.L.; J.E. LEAL.1992. Suelos de la agroindustria cafetalera de Guatemala. Región sur. Universidad de Georgia. Departamento de Agronomía. Athens. Estados Unidos de Norteamérica.



ANEXOS


SANTO DOMINGO XENACOJ
SUMPANGO
SANTIAGO SACATEPEQUEZ
San Lorenzo El Tejar
SAN BARTOLOME MILPAS ALTAS
SAN LUCAS SACATEP
MISTORES
JOCOTENANGO
ANTIGUA GUATEMALA
SANTA CATARINA BARAHONA
SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES
Santiago Zamora
San Pedro Las Huertas
SAN MIGUEL DUEÑAS
CIUDAD VIEJA
SANTA MARIA DE JESUS
ALOTENANGO

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

ANTECEDENTES

A finales del año 2005 la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) de la República de Guatemala, decidió contratar un estudio de preinversión para la elaboración de un mapa de clasificación taxonómica de suelos a nivel nacional y a escala de semidetalle, 1:50,000; para ello se contrató al Ing. Agr. MSc. Hugo Tobías, reconocido experto nacional en clasificación de suelos. El proyecto elaborado recomendaba la conveniencia de establecer alianzas estratégicas con países poseedores de amplia trayectoria en la materia, uno de los países mencionados fue Colombia debido a la experiencia en levantamientos de suelos desarrollada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Para lo cual 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 (MAGA) de la República de Guatemala y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) 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 ha sido Chimaltenango que ha funcionado como "departamento piloto" para el entrenamiento de los edafólogos guatemaltecos en la aplicación de la metodología del IGAC para la realización de estudios de suelos, el entrenamiento de personal de los laboratorios de suelos del país (CENGICAÑA, ANALAB, ENCA, FAUSAC) 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 realiza el estudio de suelos del departamento de Sacatepéquez.

El levantamiento semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, se realizó conforme a las especificaciones del IGAC (2007), 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 y a escala de semidetalle 1:50,000.

La determinación del inventario de suelos fue producto del análisis profundo e interpretativo de la información obtenida en gabinete, campo y laboratorio de suelos, así como la espacialización a partir de información geomorfológica y la asignación de los atributos edáfico y generales, de las unidades de mapeo, 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 desarrolladas y sus actividades, se describen a continuación en la Figura A-1.





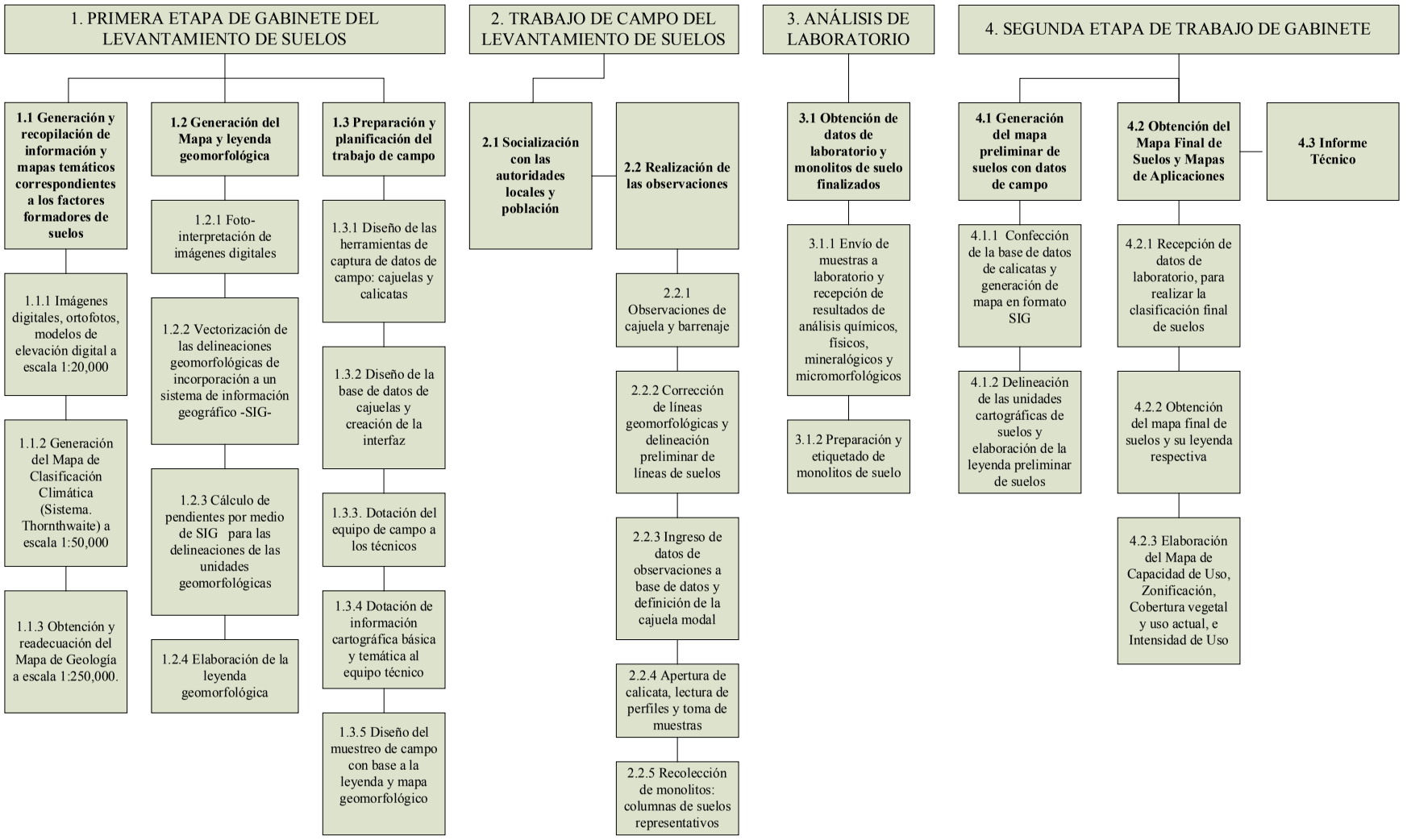


Figura A-1 Flujograma de las etapas utilizadas para el levantamiento de suelos

1. PRIMERA ETAPA DE GABINETE DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

La primera etapa de gabinete incluyó una serie de actividades conducentes a obtener los mapas de clima ambiental, clima edáfico (regímenes de humedad y temperatura), material parental y geomorfología. Asimismo, incluyó actividades de preparación y planificación del trabajo de campo. Las actividades se describen a continuación.

1.1 Generación de información y generación de mapas necesarios para el levantamientos de suelos

Se recopiló información digital e impresa de mapas temáticos vinculados a los factores formadores del suelo que cubren el departamento de Sacatepéquez. 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 fueron realizados de 1944 a 1947 (Simmons y otros, 1959); y con cobertura parcial se tienen el "Estudio de Suelos de la Industria Cafetalera de Guatemala: Región Sur" (ANACAFÉ, 1992); el Estudio Semidetallado de Suelos de la Zona Cañera del Sur de Guatemala (CENGICAÑA, 1996) y El Estudio Semidetallado de Suelos del Departamento de Chimaltenango (UPGGR-MAGA, 2010). También se recopiló información de fisiografía, clima, geología y otros aspectos temáticos que en su mayor parte han sido digitalizados en el Laboratorio de Información Geográfica de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del MAGA. Para los temas indicados, las referencias cartográficas utilizadas ya existentes o generadas por la UPGGR, fueron:

1.1.1 Imágenes digitales, ortofotos, modelos de elevación digital a escala 1:20,000

La UPGGR del MAGA coordinó el "Proyecto Obtención de Imágenes Digitales a Escala de Detalle de la República de Guatemala" cuyo objetivo fue 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 posee un traslape del 60% lo que permite su fotointerpretación 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.

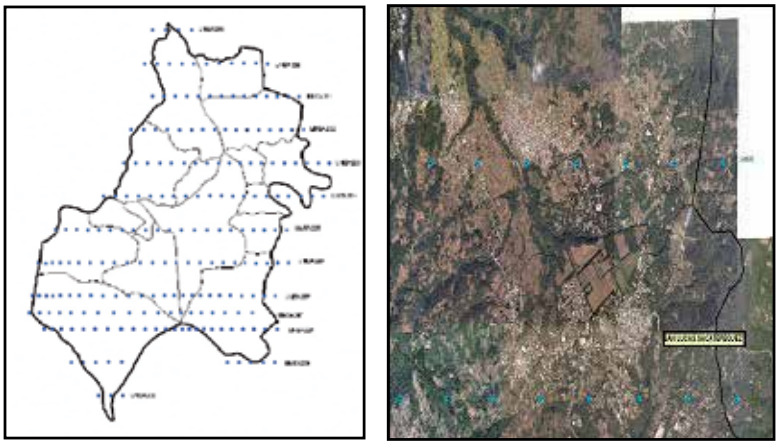


Figura A-2. Líneas de vuelo y acercamiento a toma de imágenes

Inicialmente se imprimieron fotografías aéreas a escala 1:50,000 basados en la resolución de las imágenes digitales, pero el área útil entre dos pares estereoscópicos de imágenes mostraba muy poco detalle, por lo cual los expertos en fotointerpretación y geomorfología del IGAC, decidieron editar las imágenes a escala aproximada 1:20,000, la cual era más adecuada para fines del estudio de suelos (escala de semidetalle 1:50,000) al permitir mayor resolución e identificación geomorfológica.

Asimismo, otro de los productos del "Proyecto Obtención de Imágenes Digitales a Escala de Detalle de 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 en 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.

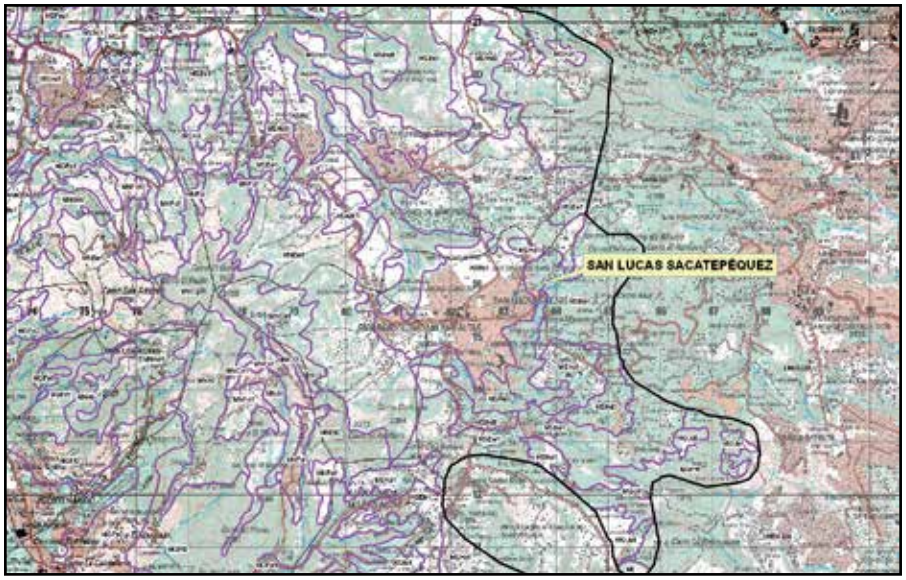


Figura A-3. Base cartográfica actualizada a escala 1:50,000, utilizada como "tapiz de fondo" para mostrar las unidades cartográficas de suelos.

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 climas a escala 1:250,000 con base en los sistemas de Thornthwaite y Köeppen; se hizo necesario contratar los servicios de un equipo consultor para generar un estudio de clasificación climática nacional al 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 en el 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, 1990). 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 obtenidas de estaciones del INSIVUMEH, para ello se utilizaron los datos 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	Semi seco	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 en el 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 342	A	Humedísimo	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	Sub húmedo	1,001 (-200) a 2,000 (+600)
33 a 66	E	Semi seco	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 temperatura presentadas en el cuadro A-3.

Cuadro A-3 Jerarquía de temperatura según el Índice Térmico, Sistema Thornthwaite

Jerarquía del Índice "Y"	Símbolo	Carácter del clima
128 o mayor	A'	Cálido
101 a 127	B'	Semi cálido
80 a 100	B ' 2	Templado
64 a 79	B ' 3	Semi frío
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:

$$Y = \prod_{i=1}^{n=12} 9/20(T)$$

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 '	Semi cálido	20.8 a 24.3
91 a 110	B ' 2	Templado	17.1 a 20.7
61 a 90	B ' 3	Semi frío	13.3 a 17.0
31 a 60	C '	Frío	10 a 13.2

c). Cálculo, combinación y suavizado de los modelos del clima

Mediante álgebra de mapas en el SIG de la UPGGR se combinaron los índices Y e I, generándose 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; 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 (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.

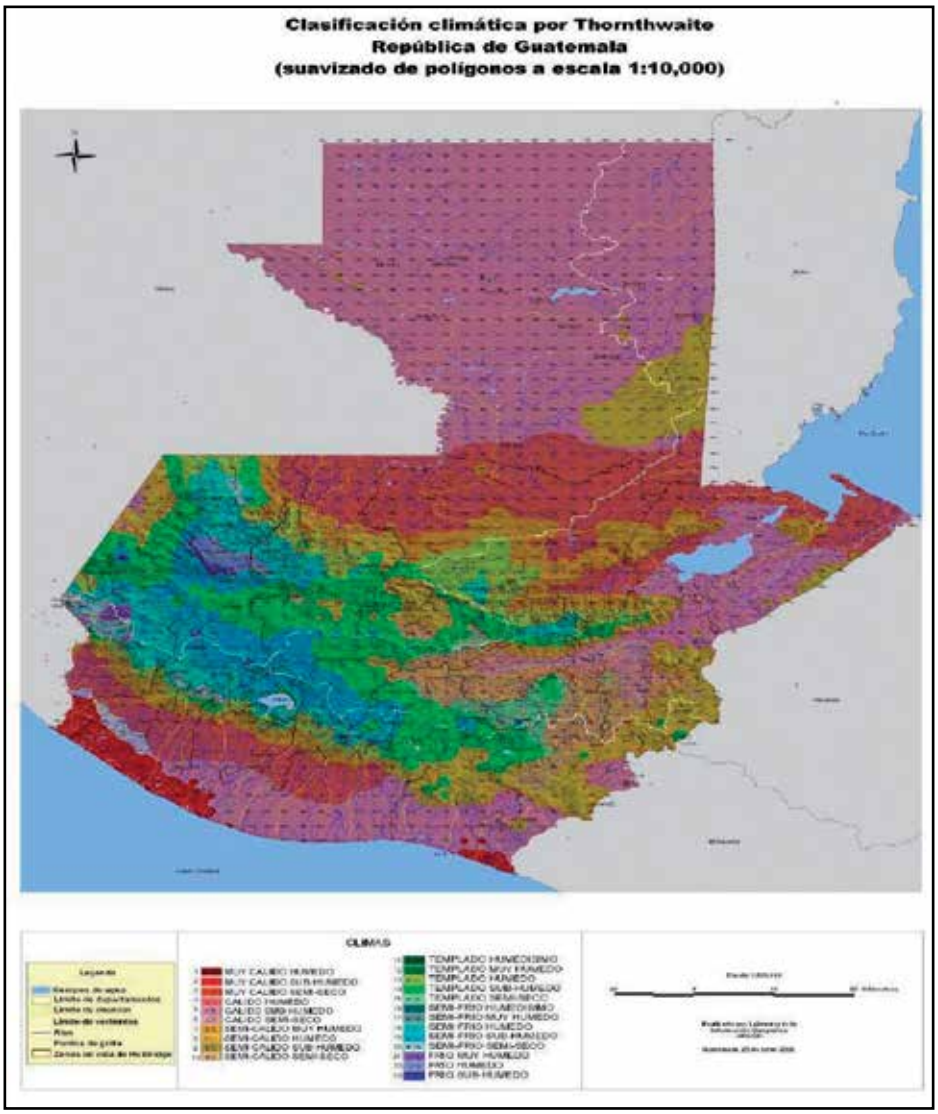


Figura A-4. Mapa clasificación de climas con base en Thornthwaite.

De los climas presentados, los que se presentan en el departamento de Sacatepéquez son los siguientes: extremadamente frío húmedo (Z), muy frío húmedo (D), frío subhúmedo (F), frío húmedo (J), semifrío subhúmedo (N), semifrío húmedo (S), templado subhúmedo (Q), templado húmedo (B) y semicálido húmedo (H).

Cuadro A-5 Tipos climáticos determinados para Guatemala a escala 1:50,000.

Correlativo No.	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 (ºC)	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)

Correlativo No.	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)
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: UPGGR – MAGA, 2009 Adaptada

* Código interno del proyecto de levantamiento de suelos utilizado para identificar los climas del departamento.

1.1.3 Obtención y readecuación del mapa de geología a escala 1:250,000

La información se derivó del mapa geológico del país a escala 1:500,000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 1970) y del mapa geológico de la hoja Guatemala a escala 1:250,000 (IGN, 1993), así como de un análisis para definir los materiales geológicos del departamento a escala 1:50,000 que 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 conjunto MAGA-IGAC. Asimismo, se contó con la asesoría del Doctor Samuel Boris Bonis quien fue el autor de la recopilación del mapa geológico nacional ya indicado. El Dr. Bonis elaboró un informe que ha servido de base para el acápite de geología mostrado en el Capítulo II del presente estudio.

Un fragmento de la leyenda de Geología de Sacatepéquez, con base en la leyenda de la hoja de Guatemala, donde se observa la ampliación de detalles que ha sido realizada por técnicos del CUNOR se presenta en el cuadro A-6. Con dicha ampliación fue posible mejorar la leyenda original y precisar los materiales parentales de cada polígono.



Cuadro A-6 Fragmento de la leyenda del mapa de geología

Nombre	Descripción	Superficie		Concepto	Localización	Tipo de rocas
		km²	%			
Tv	Materiales volcánicos del Terciario	233.1	43.5	Flujo de lava, piroclastos y lodos asociados con complejos estrato-volcánicos.	Se ubican en los municipios de San Miguel Dueñas, Santa Catarina Barahona, San Antonio Aguas Calientes, Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez, Pastores, San Bartolomé Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas y Santa María de Jesús.	Las rocas son principalmente andesitas, dacitas y riolitas (la roca andesita es más ferromagnesiana y la roca riolita es mas rica en cuarzo); serie calcoalcalina (constituida por Potasio y Sodio principalmente).
Qp	Pómez del Cuaternario	59.3	11.1	Pómez riolítica y riodacítica; la roca de pómez riolítica tiene minerales de cuarzo, feldespatos y micas (pueden tener inclusiones de moscovita y/o biotita). La roca de pómez riodacítica tiene minerales de cuarzo, feldespato, micas y anfíboles (pueden tener inclusiones de piroxeno).	Se localiza en los municipios de Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez y Pastores.	La tefra es todo tipo de material volcánico piroclástico. De acuerdo a Flint et al (1960) el diamecton es un término no genético y se aplica para un sedimento mal clasificado, son depósitos de espesor variable compuestos de bombas pomáceas, bloques y lapillis en una matriz de ceniza pomácea y cristales; también contienen fragmentos variables de materiales líticos, mayoritariamente de origen volcánico.

Fuente: Mapa Geológico de la República de Guatemala. IGN, 1970.

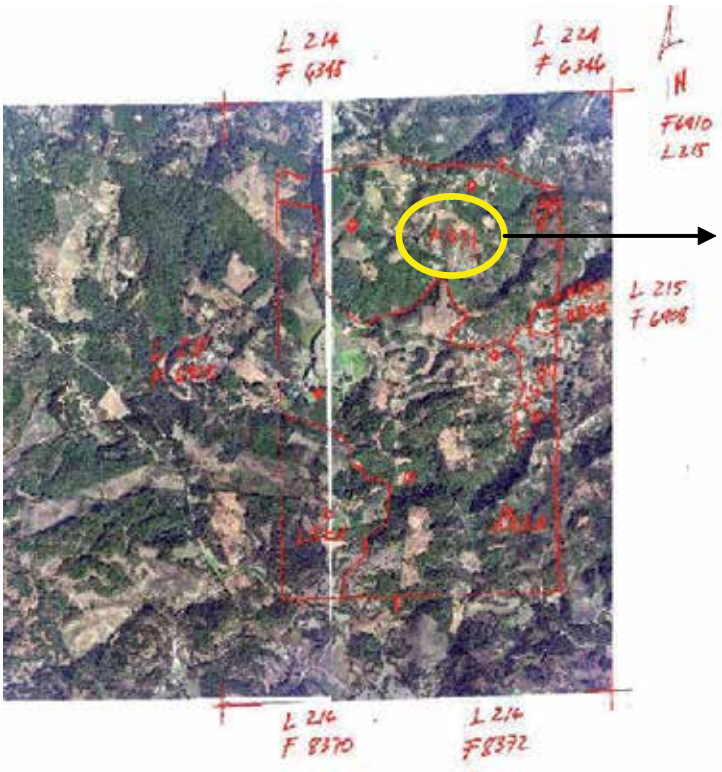
1.2 Generación del mapa y leyenda geomorfológica

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 geomorfológicos 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, 2007).

Para obtener el mapa de geomorfología, con su leyenda correspondiente, fue necesario realizar varias actividades que se describen a continuación.

1.2.1 Fotointerpretación de aerofotografías

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 238 aerofotografías en color natural (RGB) a escala 1:20,000 (MAGA 2006), con las cuales se formaron los pares estereoscópicos. 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).



MQXf: Símbolo de las unidades geomorfológicas, donde:
M (Paisaje)
Q (Clima)
X (Tipo de relieve)
f (Pendiente del terreno)

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 de todo el juego de imágenes digitales para comprobar el recubrimiento, elaborar el índice de vuelo y tener la primera idea de las diferentes unidades geomorfológicas presentes. Delimitación del área útil en cada una de las imágenes digitales.

- Fotointerpretación mediante el análisis geomorfológico. Cada unidad delimitada se identificó con un símbolo alfanumérico que indica el paisaje, el clima, el tipo de relieve y forma del terreno, así como los atributos de la geoforma como pendiente y erosión.

1.2.2 Vectorización de las delineaciones geomorfológicas e incorporación a un sistema de información geográfico –SIG-

Los acetatos con las delineaciones de las unidades geomorfológicas fueron escaneados para proceder a su vectorización, mediante las siguientes actividades:

a). Ortorectificación de los acetatos

Debido a que las delineaciones en acetato 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 ortorectificación, que consiste en la ubicación espacial en sus tres ejes (x, y, z). Para ello se utilizó el software ERDAS con el módulo Corrección geométrica, teniendo como referencia los ortofotos en color natural (RGB) con una resolución de 0.5 m (MAGA 2,006). Ver Figura A-6.

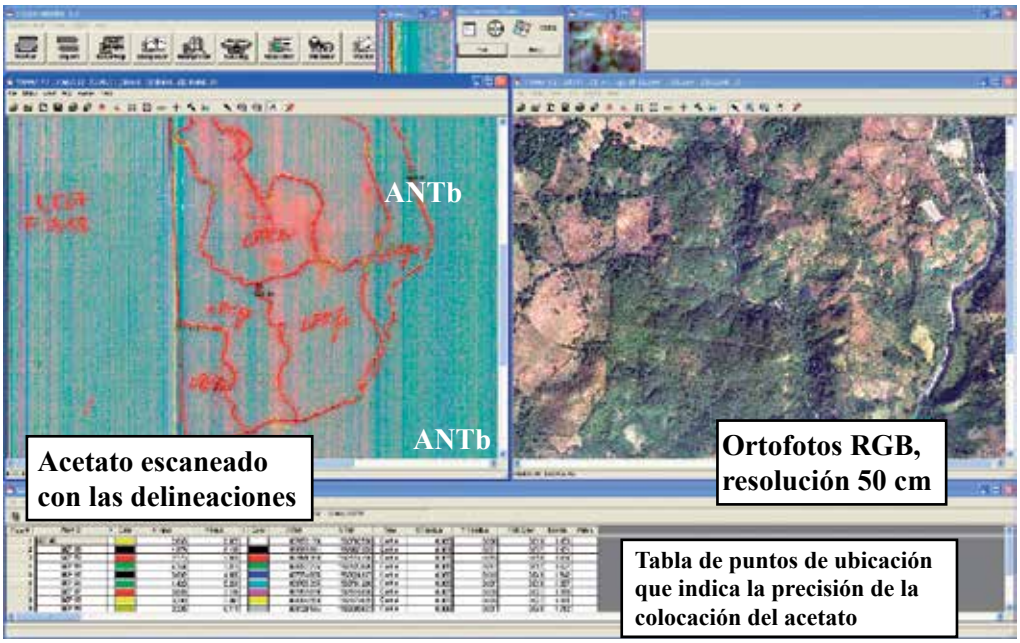


Figura A-6 Ambiente del software ERDAS para la ortorectificación de los acetatos

Esta actividad también implica observar físicamente las fotos y acetatos para colocar los puntos de ubicación espacial con mayor precisión.

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 los símbolos correspondientes de paisaje, clima, relieve y pendiente. La vectorización se realizó en el software ArcGIS 9.2®. Ver Figura A-7.



Figura 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 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, 2006). Figura A-8.

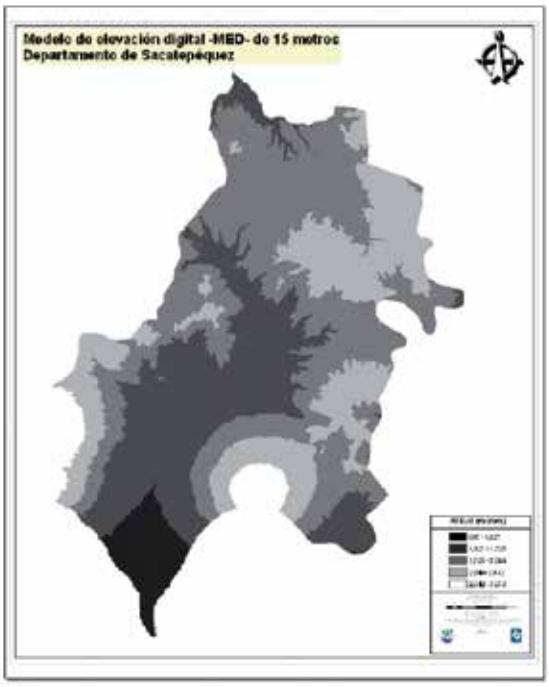


Figura A-8. Modelo de elevación digital de 15 metros

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 la Figura A-9.

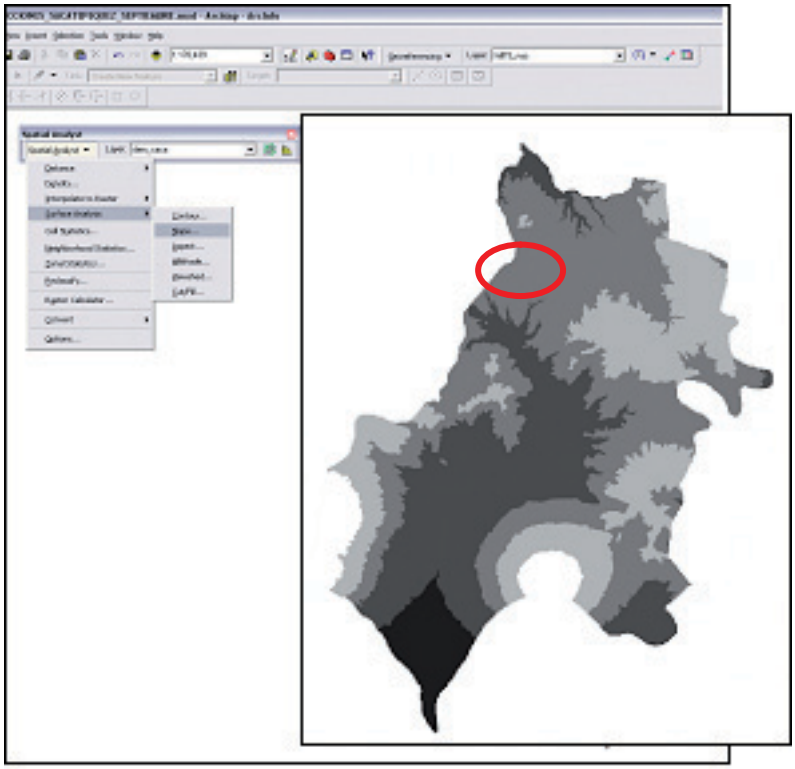


Figura A-9. Generación de la capa de pendientes a través del MED

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.

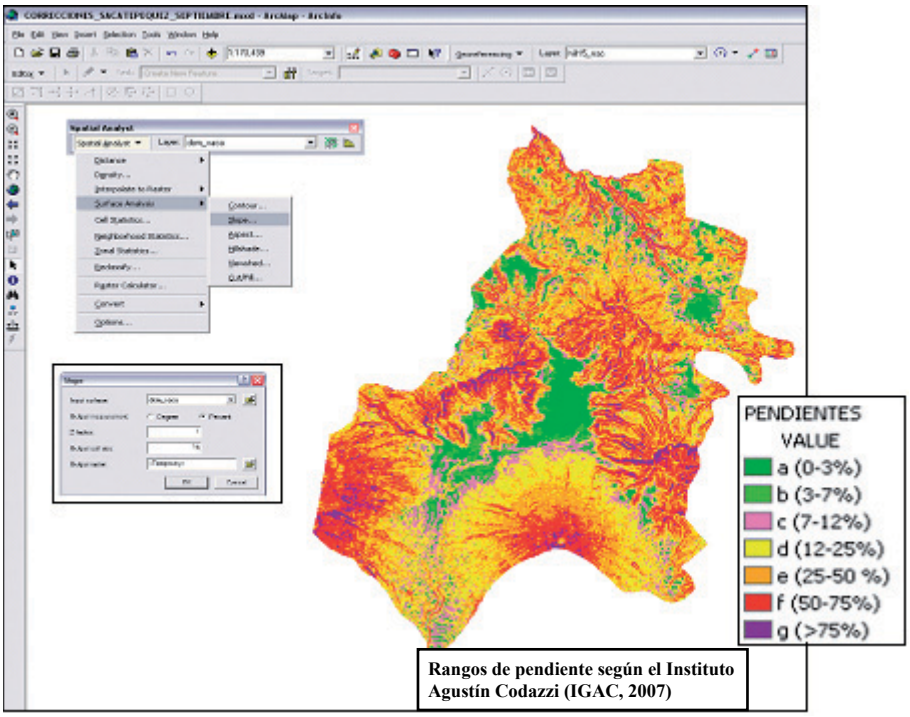


Figura A-10 Clasificación de pendientes según el IGAC

Con la capa de las delineaciones de las unidades geomorfológicas y la de pendiente 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.

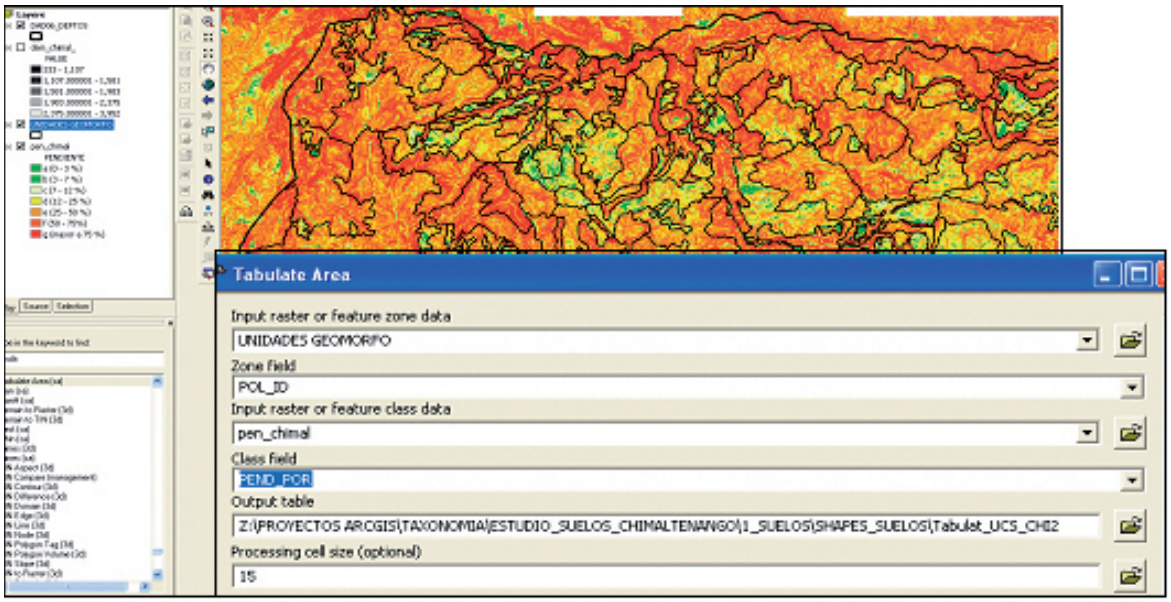


Figura A-11. Aplicación para estimar la superficie por pendiente para cada delineación

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, en el departamento de Sacatepéquez se identificaron los paisajes, tipos de relieve y forma del terreno que se muestran en el Cuadro A-7.

Cuadro A-7. Paisajes, tipos de relieve y formas del terreno identificados

Paisaje		Tipo de relieve	Forma del terreno
1.	Montaña volcano – erosional (M)	Estrato - volcán	Cráter, cono, ladera, glacís, cañones y cañadas
		Filas y vigas	Ladera
		Lomas	Ladera
		Glacís	Plano inclinado
		Mesa	Plano de mesa
		Escarpe	Plano fuertemente empinado
		Cañones y cañadas	Ladera
		Vallecito	Plano aluvio - coluvial
2.	Altiplano hidro – volcánico (A)	Lomas	Ladera
		Terraza	Plano de terraza y talud de terraza
		Cañones y cañadas	Ladera
		Vallecito	Plano aluvio - coluvial
3.	Piedemonte hidro – volcánico (P)	Abanico	Plano de abanico y talud de Abanico
		Lomas	Ladera
		Glacís	Plano inclinado
		Vallecito	Plano aluvio - coluvial

A estas variables del Cuadro A-7 se les incorporaron los datos de clima y material parental, quedando construida la leyenda tal y como se muestra en el Cuadro A-8.



Cuadro A-8. Fragmento de la leyenda geomorfológica del departamento de Sacatepéquez

Leyenda geomorfológica del departamento de Sacatepéquez				
Paisaje y ambiente morfogenético	**Clima**	**Tipo de relieve**	**Formas del terreno**	**Material parental**
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	EXTREMADAMENTE FRÍO HUMEDO (Z)	Estrato – volcán	Cono	Tierras de ceniza (TC)
		Estrato – volcán	Cono	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
	MUY FRÍO HÚMEDO (D)	Estrato – volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
	FRÍO - HÚMEDO (J)	Estrato – volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
		Estrato – volcán	Glacís	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Estrato – volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
				Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)

La leyenda geomorfológica digitalizada en el laboratorio SIG de la UPGGR fue editada agregándole los códigos correspondientes a cada unidad (ver el ejemplo en el numeral 1.2.1), cada columna de la leyenda constituyó un atributo de la capa de información, tal y como se muestra en la Figura A-12.

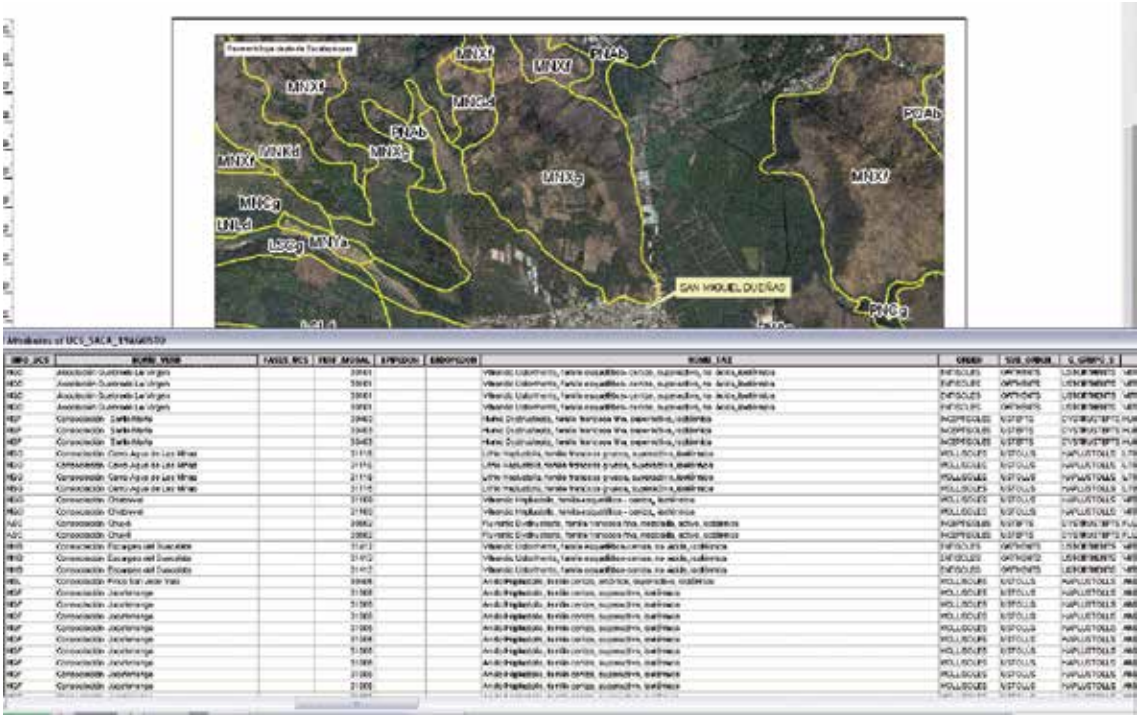


Figura A-12. Atributos de la capa de unidades geomorfológicas según la respectiva leyenda

De esta forma se elaboró el mapa y la leyenda de geomorfología que fue la base para la planificación de los trabajos de campo.

1.3 Preparación y planificación del trabajo de campo

El trabajo de campo fue realizado por un equipo de 7 edafólogos guatemaltecos dirigidos por un Jefe Técnico y apoyados por un experto fotointerpretador- geomorfólogo provenientes de Colombia. Para la captura de datos de las observaciones de campo provenientes de cajuelas, barrenajes y calicatas se utilizaron boletas, también se utilizó una base de datos para capturar la información proveniente de las boletas de campo, la interfaz utilizada para la incorporación de los datos a un sistema de información geográfica, equipo de campo de los edafólogos, insumos necesarios y la generación de la información cartográfica básica y temática de las áreas de muestreo.

1.3.1 Herramientas de captura de datos de campo: barrenajes, cajuelas y calicatas

Se utilizaron dos boletas para la captura de datos provenientes de las observaciones de campo: una boleta para la toma de datos en barrenajes y cajuelas y otra boleta para la toma de datos en las calicatas. En ambos casos, se tomaron como base las boletas oficiales del IGAC y se hicieron ajustes para adaptarlas a Guatemala. En las Figuras A-13 y A-14, se presentan dos ejemplos de boletas con datos de campo.

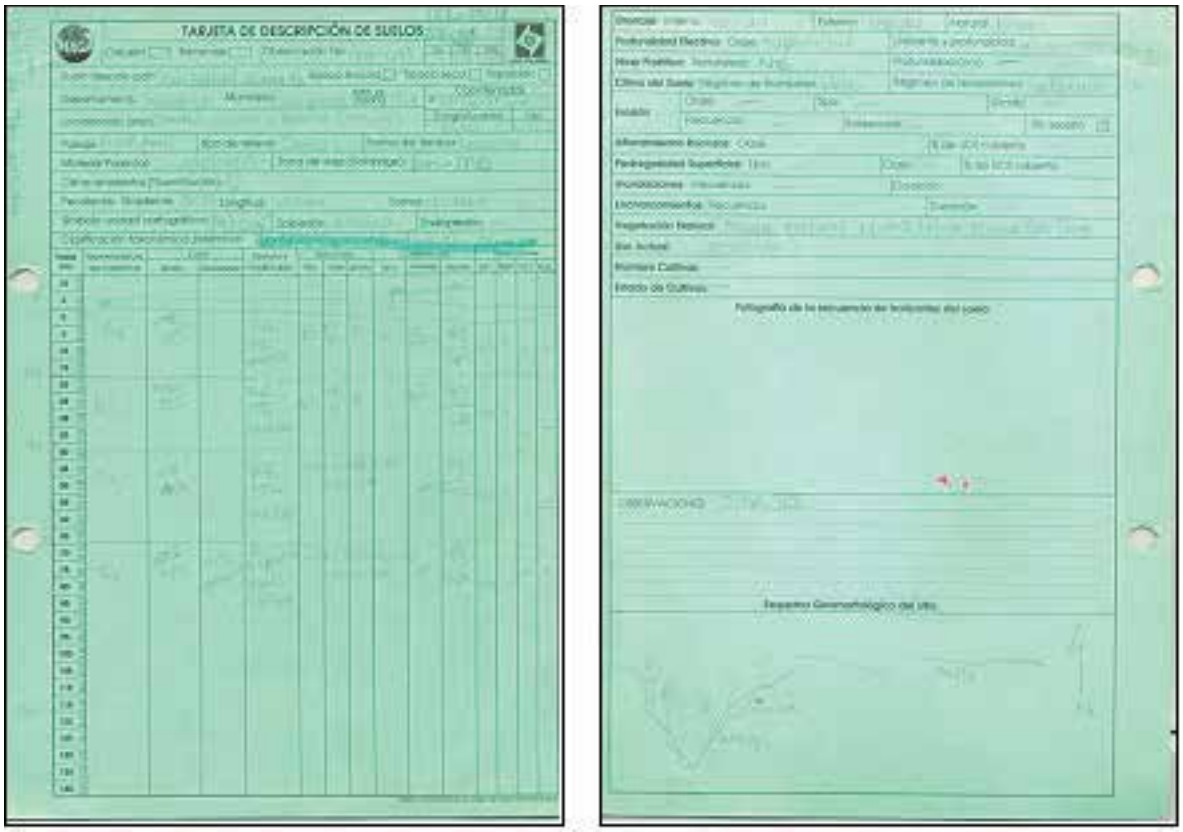


Figura A-13 Boleta para toma de datos provenientes de cajuelas

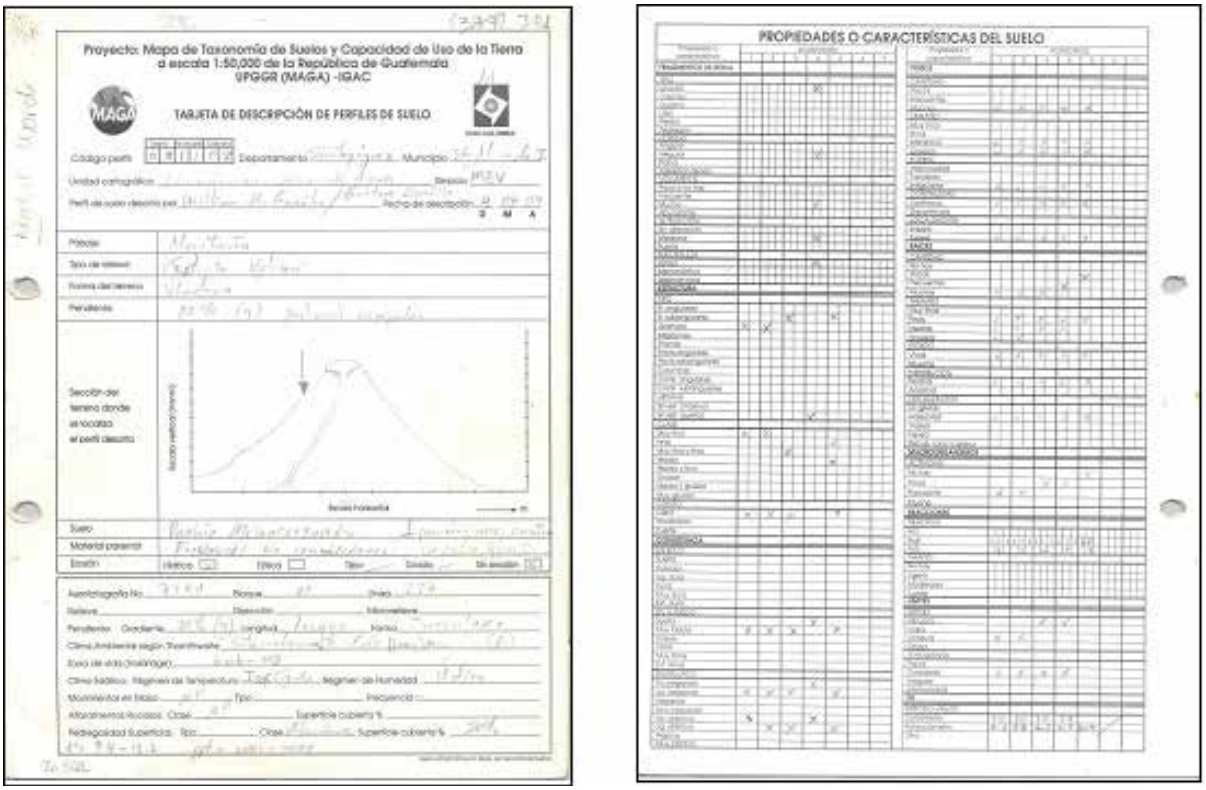


Figura A-14 Boleta para toma de datos provenientes de calicatas

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 se encuentra almacenada, organizada y relacionada la información de cajuelas y calicatas. La estructura básica del modelo Entidad-relación se observa en la Figura A-15.

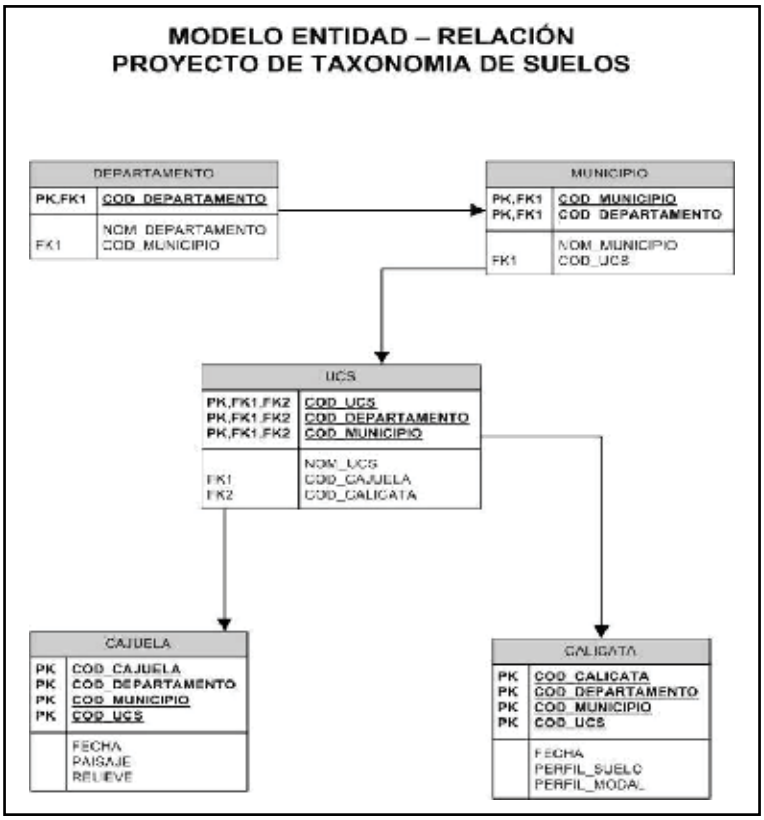


Figura A-15. Modelo entidad-relación de proyecto de taxonomía de suelos

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 del sistema de información geográfica correspondientes.

1.3.3 Dotación de equipos de campo a los técnicos

A los edafólogos se les dotó del equipo que se muestra en el Cuadro A-9 y en la Figura A-17

Cuadro A-9 Equipamiento de los edafólogos 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 (frasco roceador) • Laptop con base de datos • Juego de cilindros de infiltración y equipo para lectura de conductividad hidráulica • Geotermómetro	**Reactivos:** • Papel filtro impregnado con fenoftaleína (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 o lonas para embalar • Cajas de madera para empacar monolitos • Formatos impresos	**Vehículos:** 11 vehículos tipo pick-up de doble cabina y tracción 4 x 4 (identificados con los logotipos del MAGA) **Uniformes:** • Mochilas • Gorras de visera • Camisas • Chalecos • Capas (todos con la identificación del proyecto y los logotipos de MAGA e IGAC)
Herramientas: • Machete o peinilla • Piocha o pica • Pala	 • Azadón • Palín para suelos • Barreno holandés de suelos	 • Martillo geológico • Cuchillo • Barra o barreta



Figura A-17 Fotografías que muestran parte del equipo de campo (Fotos: W. González, 2010)

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 actualizada, del área bajo estudio, a escala 1:50,000.
- Mapas temáticos de clima a escala 1:50,000 (temperaturas, precipitaciones y clasificación climática).
- 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).
- Claves de taxonomía preparadas para el campo.
- Imágenes digitales fotointerpretadas de las líneas de vuelo, con acetatos de delineaciones geomorfológicas.
- Cartilla con las principales variables para describir suelos, tomada del IGAC, 2008.

1.3.5 Diseño del muestreo de campo con base a 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 2008; 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 "mapeo libre", para lo cual se utilizó la densidad de observaciones ya indicada, de acuerdo a la pendiente; finalmente se tuvo una densidad promedio de 1 observación de cajuela o barrenaje cada 80 hectáreas.

Con respecto al rendimiento de observaciones por edafólogo, se consensuó con el IGAC a través del Director Técnico del proyecto, un rendimiento medio de 6 observaciones/día.

2. TRABAJO DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

Las tareas realizadas durante el trabajo de campo fueron las siguientes:

2.1 Socialización con las autoridades locales y la población

Debido a las secuelas de 40 años de guerra interna y al clima actual de inseguridad, violencia y delincuencia; la desconfianza y el recelo son comunes en el área rural, por lo que es vital socializar e informar con mucho detalle las actividades y alcances de los proyectos. En el presente estudio, se tuvo que realizar una fuerte campaña para informar a las autoridades civiles del departamento, líderes comunitarios y público en general, respecto a las tareas que realizarían los edafólogos del equipo y los beneficios del estudio de suelos. Se realizaron las siguientes actividades:

Se presentó el proyecto al Comité Departamental de Desarrollo (CODEDE), que coaliga a todos los alcaldes y otras autoridades del departamento.

A su vez, previo a realizar el trabajo en las propiedades rurales de cada municipio, se visitó a los alcaldes o a sus representantes 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 solicitaron realizar reuniones de información para los miembros del comité y vecinos en general; solicitudes que el equipo técnico atendió oportunamente.

2.2 Realización de las observaciones

La toma de datos de observaciones se realizó contando con el permiso correspondiente por parte de los dueños de las fincas y parcelas donde se ubicaron los puntos de observación conforme al detalle geomorfológico buscado.

Se realizaron en total 677 observaciones de las cuales 584 fueron cajuelas (87.2%) y 86 barrenajes (12.8%). De este número de observaciones fueron seleccionadas 77 cajuelas modales, para igual número de calicatas.

2.2.1 Observaciones de cajuela y barrenaje

a). Observaciones de identificación



De éstas se realizaron 584 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 125 cm. De este tipo de observaciones, ejemplo de lo cual se presenta en la Figura A-18, 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 los edafólogos clasificaron en forma preliminar la taxonomía del suelo que estaban observando.



Figura A-18. Vista de una cajuela (Foto J. del Cid, 2009)

b). Observaciones de comprobación

De éstas se realizaron únicamente 86, consistieron en barrenajes realizados hasta una profundidad de 1.2 m en sitios donde ya se habían realizados cajuelas y asignado un contenido pedológico; diferencias tales como cambio de relieve o pendiente, obligó a chequear el contenido pedológico mediante este tipo de observaciones. Ver la Figura A-19



Figura A-19. Vista de un barrenaje (Foto: W. González, 2009)

En la Figura A-19, se muestra el producto de un barrenaje y su distribución sobre la cinta graduada para la toma de los datos de las variables del suelo que, exceptuando lo correspondiente a estructura, se usa la misma boleta de cajuelas.

c). Mapa de distribución de observaciones o de "pecas"

En la Figura A-20, se muestra la ubicación del total de observaciones realizadas lo que constituye el "mapa de pecas" y mediante el cual se analiza visualmente la cobertura de observaciones existente.

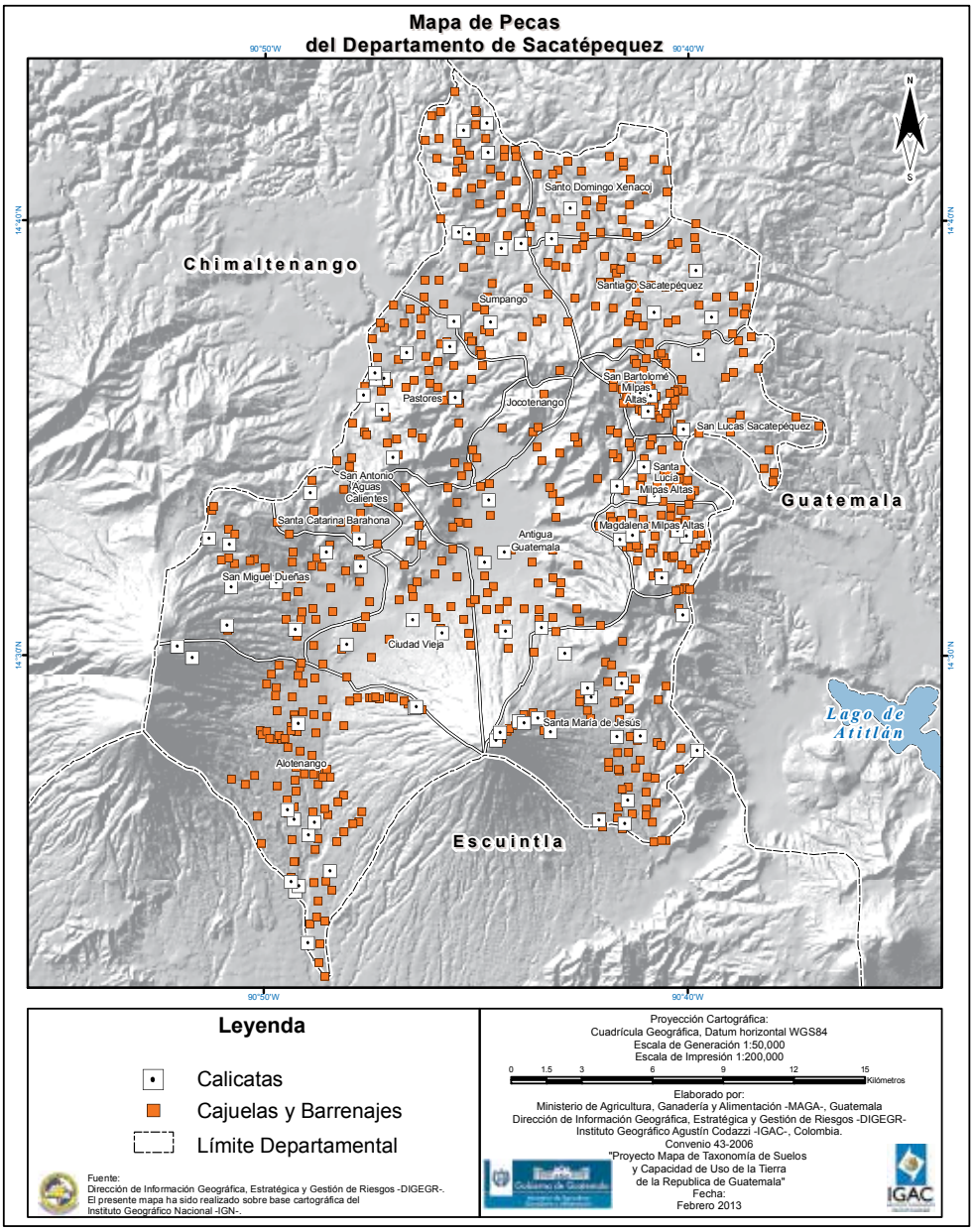


Figura A-20 Mapa de "pecas" a partir de las observaciones realizadas

2.2.2 Corrección de líneas geomorfológicas y delineación preliminar de líneas de suelos

En paralelo a la toma de las observaciones en campo, en los sobrescritos de las imágenes digitales aéreas, se realizaron correcciones de límites geomorfológicos, así como cambios en la nomenclatura de las unidades asignadas (vallecitos, mesas, taludes y otros). Por otra parte y conforme avanzó la toma de observaciones de suelo, se realizó de manera preliminar la delimitación de unidades pedológicas, estableciendo límites entre unidades geomorfológicas por presentar contenidos pedológicos diferentes.

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 su almacenamiento y posterior procesamiento en un 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, forma del terreno 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 a 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 y pH, se comparó el lote de observaciones existentes provenientes de las cajuelas y se seleccionó la que mejor representa 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. Con la misma metodología se seleccionan las cajuelas inclusiones.

2.2.4 Apertura de calicata, lectura de perfiles y toma de muestras

La apertura de calicatas se realizó mediante una excavación de aproximadamente 1.80 metros de largo, 1.0 a 1.2 m de ancho y 1.3 m de profundidad; se realizaron 78 calicatas de las cuales 55 se constituyeron en perfiles modales de las unidades cartográficas de suelos determinadas y las 22 restantes se utilizaron como perfiles de las inclusiones de los suelos modales. También se compartieron calicatas provenientes de unidades cartográficas del departamento de Chimaltenango, se utilizaron en total 34 calicatas de las cuales 19 fueron modales y 15 fueron inclusiones.

La calicata se realizó de tal forma que el ancho de acceso permite diseñar escalones para facilitar el descenso, esto permite que los rayos de luz solar caigan directamente sobre la pared que se quiere describir y así mejorara la lectura de las variables, además para extraer los monolitos si es el caso, tal como se muestra en la Figura A-21.

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, 2010.

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 **031123**:

03: Código del departamento de Sacatepéquez
11: Código del municipio de Santa María de Jesús.
23: No. Correlativo de calicatas en el municipio.



Figura A-21. Observación de caracterización en calicatas. (Foto: J. del Cid, 2009).

a). Toma de muestras de suelos

Una vez se realizó la descripción de los suelos en la calicata, se procedió a tomar muestras del suelos en cada horizonte identificado para realizar los análisis de laboratorio, tal como se aprecia en la Figura A-22, 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 los laboratorios de suelos de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA); los análisis de propiedades químicas se enviaron a los laboratorios de suelos del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA) y de la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ). Los análisis para caracterización de tipo mineralógico, micromorfológico y andisoles (Aluminio y Hierro activos), se realizaron en el Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC en Colombia.



Figuras A-22. Toma de muestras y aforado de las mismas para envío a los laboratorios de suelos (Foto: W. González, 2009).

b). Pruebas de infiltración

Estas pruebas se llevaron a cabo en 13 perfiles modales 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-23, 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. El análisis de la información de las lecturas, se realizó mediante el modelo de Kostiakov, mostrado en la ecuación siguiente:

$$I = k \times t^{m}$$

Donde:
I: Lámina infiltrada acumulada en un tiempo t [cm].
t: Tiempo transcurrido desde el inicio de la aplicación de agua [min].
k: Parámetro que representa la velocidad de infiltración cuando el tiempo corresponde a 1 minuto.
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.

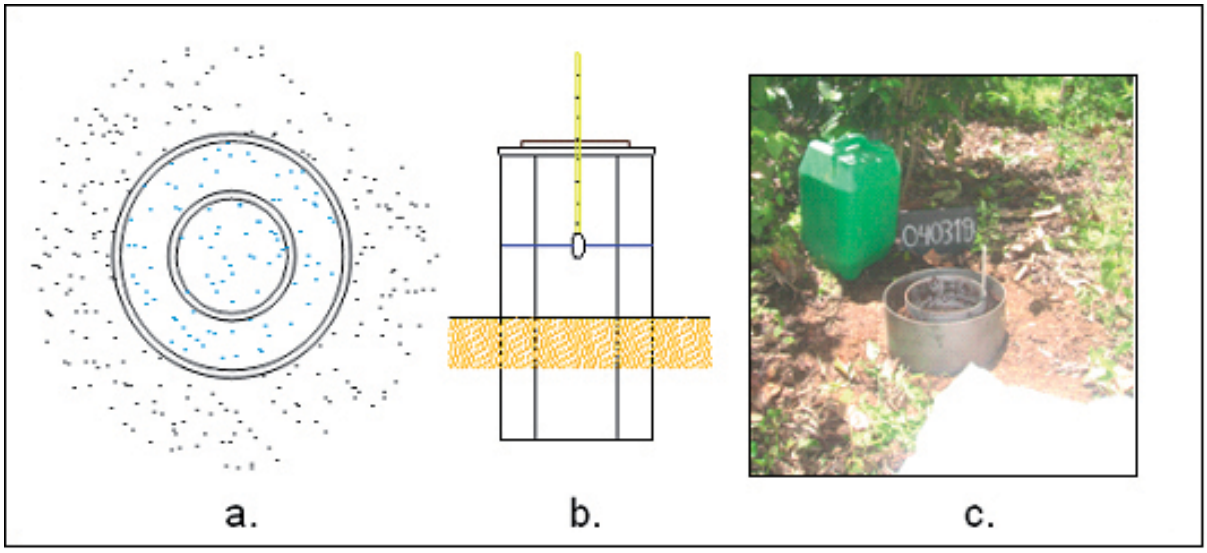


Figura A-23. Forma como se instalan los anillos concéntricos en campo para medir la infiltración: a. vista superior, b. corte transversal y c. vista lateral (Foto: M. Tum, 2007)

2.2.5 Recolección de "monolitos": columnas de suelos representativos

Los monolitos de suelos se recolectaron con la idea de contar con muestras 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 realizó 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, se colocó la tapa de seguridad con tornillos y se trasladó hacia el sitio de secado.

En la Figura A-24 se observa parte del proceso de obtención de columnas de suelo, de las cuales se tomaron 12 para Sacatepéquez; posteriormente, fueron sometidas a un tratamiento físico y químico para conformar los monolitos de suelos representativos del departamento.



Figura A-24. Obtención de columnas de suelo para conformar monolitos (Fotos: O. Hernández, 2009)

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 78 calicatas realizadas, en tanto que los mineralógicos se realizaron para 29 muestras de 15 perfiles modales y análisis micromorfológicos a 1 sección fina. Por otra parte, extrajeron 12 columnas de suelos que, al tratarse por medios físicos y químicos, se constituyeron en los monolitos de los principales suelos del departamento.

3.1 Análisis de laboratorio de suelos: químicos, físicos y mineralógicos

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 realizados

Los análisis químicos se realizaron en los laboratorios de suelos de CENGICAÑA y ANACAFE, mientras que para el caso de los Andisoles e intergrados ándicos, las pruebas del índice melánico y 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 aluminio y hierro activos, además de las muestras para análisis mineralógico.

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 siguiente cuadro 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 CaCO3	Cualitativa	Con HCl 1N o diluido al 10%
Capacidad de intercambio de cationes (CIC)	Volumetría	Acetato de amonio 1N a pH 7.0
Macronutrientes: Ca, Mg, K, Na	Espectometría de absorción y emisión atómica	Extracción con acetato de amonio • Ca, Mg: absorción atómica • K, Na: emisión atómica
Micronutrientes: Cu, Zn, Fe, Mn	Espectometría 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, aluminio (activos) y silicio	Absorción atómica	Oxalato ácido de amonio
Índice melánico	Colorimetría	Lectura de % de transmitancia a 450 y 520 nm.

Fuente: Manual de Métodos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 2006.

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 del aluminio 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 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:

SAI (%) = Al+3 (meq/100g) x 100 / CICE (meq/100g)

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

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.

3.1.1.3 Saturación de bases intercambiables (SAB)

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. En general, dependen directamente del pH del suelo, cuando éste presenta valores bajos y por ende tienen alta acidez, la SAB 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 aparece como SAT.

Para obtener la SAB, 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 SBA en porcentaje:

S.B.A (%) = (Ca^{++} + Mg^{++} + K^{+} + Na^{+}) (meq/100g) x 100 / CICA meq/100g)

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, Media y Alta, y se utilizaron 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 SAB 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 del 48 al 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 (Summers, West y Leal, 1992).

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-13.

Cuadro A-13. Interpretación por contenido de Carbono orgánico según el clima (%)

Clima	Bajo	Medio	Alto
Frío	< 5	5–10	>10
Semifrío, Templado	< 3	3–5	>5
Semicálido, 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 ($C_2H_4O_2$•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-14:

Cuadro A-14. Interpretación de la disponibilidad de Fósforo en partes por millón (ppm)

Laboratorio	Método	Calificación		
		Bajo	Medio	Alto
IGAC	Fósforo (P) ppm Bray (II).	<15	15-40	>40
CENGICAÑA	Fósforo (P) ppm Mehlich I, 1953.	<12	12-16	>16
ANALAB	Fósforo (P) ppm Olsen Modificado.	<10	10-20	>20

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.

En el departamento de Sacatepéquez no se puede generalizar que por el hecho de encontrar dominio de materiales amorfos en la fracción de tierra fina (arcillosa) se presenta alta retención de fosfatos. Se puede asumir cualitativamente que los Andisoles con retención de fosfatos mayor al 85%, densidad aparente < 0.90 gr/cc y Al + 1/2Fe > de 2.0% presentan **alta** retención de fosfatos; los Andisoles con retención de fosfatos mayor a 25% (ver requisitos completos Soil Survey Staff, 2010) puede interpretarse como **moderada** y solo los intergrados ándicos, los cuales no cumplen con los dos requisitos anteriores podrían calificarse con **baja** retención. Sin embargo estas interpretaciones deben confirmarse con estudios específicos para este caso. Estudios realizados en Colombia demuestran que la alta adsorción fosfórica lo hacen las alófanas (arcilla derivadas de las cenizas volcánicas), pero la mayor parte de los suelos Andisoles presentan pH ácidos, el cual no es el caso que se presenta en Sacatepéquez, debido a que la mayoría de los suelos del departamento presentan pH ligeramente ácidos a neutros, por lo que se descarta en buena medida a los amorfos y se atribuye más la adsorción al Aluminio activo (Summers, West y Leal, 1992).

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).

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).

3.1.1.8 Silicio, hierro y aluminio activos

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 pedogénes (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, se encuentra 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).

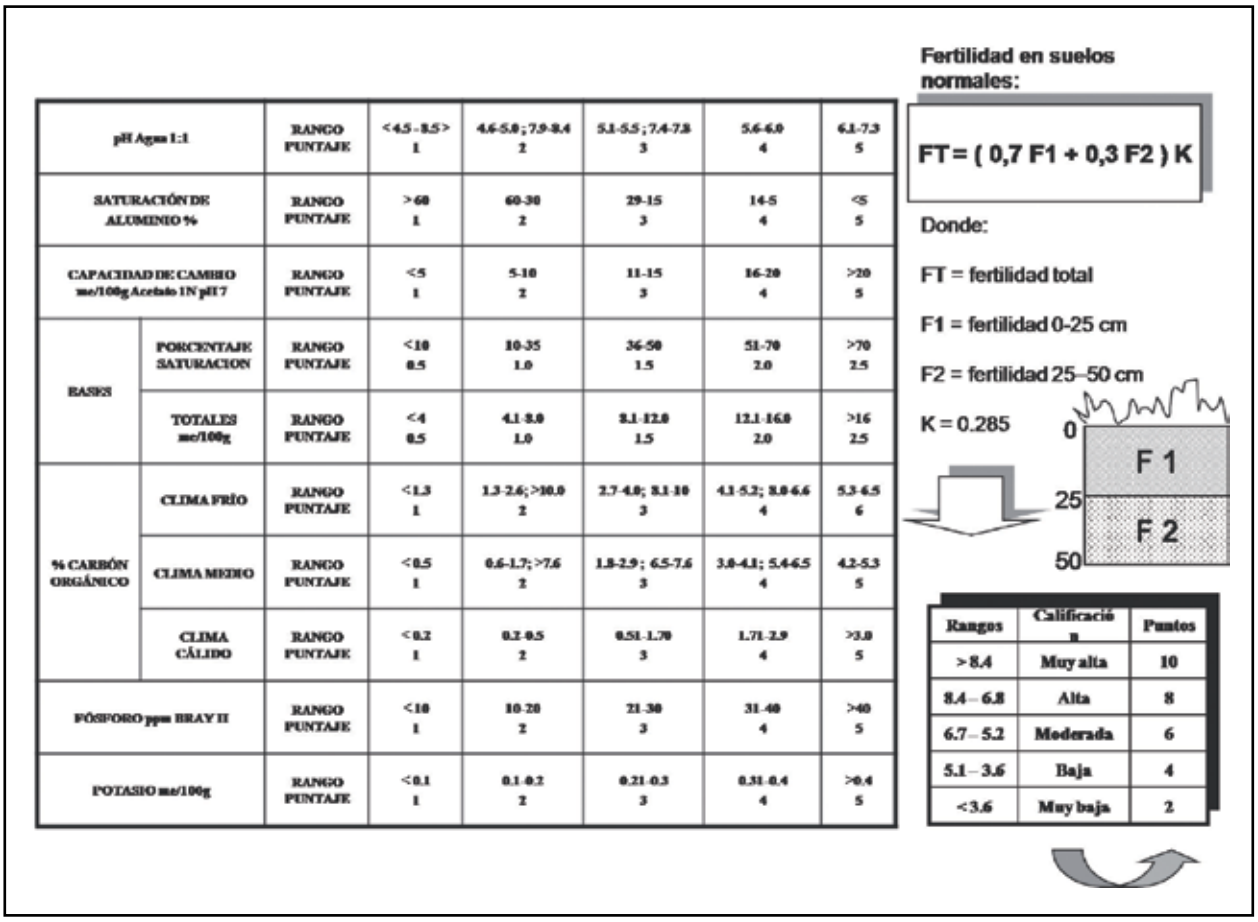
3.1.1.9 Índice melánico

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 mélánico, 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, 2010).

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, 2010).

3.1.1.10 El cálculo de la fertilidad natural de los suelos

En la figura A-25, se presentan las propiedades químicas que se toman en cuenta para el cálculo de la fertilidad natural del suelo, siendo éstos: 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.



pH Agua 1:1		RANGO PUNTAJE	<4.5 - 8.5> 1	4.6-5.0 ; 7.9-8.4 2	5.1-5.5 ; 7.4-7.8 3	5.6-6.0 4	6.1-7.3 5
SATURACIÓN DE ALUMINIO %		RANGO PUNTAJE	>60 1	60-30 2	29-15 3	14-5 4	<5 5
CAPACIDAD DE CAMBIO me/100g Acetato 1N pH 7		RANGO PUNTAJE	<5 1	5-10 2	11-15 3	16-20 4	>20 5
BASES	PORCENTAJE SATURACION	RANGO PUNTAJE	<10 0.5	10-35 1.0	36-50 1.5	51-70 2.0	>70 2.5
	TOTALES me/100g	RANGO PUNTAJE	<4 0.5	4.1-8.0 1.0	8.1-12.0 1.5	12.1-16.0 2.0	>16 2.5
% CARBÓN ORGÁNICO	CLIMA FRÍO	RANGO PUNTAJE	<1.3 1	1.3-2.6; >10.0 2	2.7-4.0; 8.1-10 3	4.1-5.2; 8.0-6.6 4	5.3-6.5 6
	CLIMA MEDIO	RANGO PUNTAJE	<0.5 1	0.6-1.7; >7.6 2	1.8-2.9 ; 6.5-7.6 3	3.0-4.1; 5.4-6.5 4	4.2-5.3 5
	CLIMA CÁLIDO	RANGO PUNTAJE	<0.2 1	0.2-0.5 2	0.51-1.70 3	1.71-2.9 4	>3.0 5
FÓSFORO ppm BRAY II		RANGO PUNTAJE	<10 1	10-20 2	21-30 3	31-40 4	>40 5
POTASIO me/100g		RANGO PUNTAJE	<0.1 1	0.1-0.2 2	0.21-0.3 3	0.31-0.4 4	>0.4 5

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

Figura A-25 Puntajes para definir la fertilidad de los suelos a partir de los resultados de los análisis de suelos (IGAC, 2007)



En la fórmula presentada:

FT es igual a la Fertilidad Total, la cual se calcula con base en:

F1 y F2, que constituyen la sumatoria de los puntajes asignados a los datos químicos indicados, en profundidades de 0 – 25 cm y 25 – 50 cm, respectivamente; 0.7, 0,3 y K son constantes de aplicación de la fórmula.

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.

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-15. 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-15 Calificación de algunas propiedades 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 me/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 IGAC.		<15	15-40	>40	
Fósforo disponible (P). En ppm Mehlich I, 1953. Laboratorio CENGICAÑA.		<12	12-16	>16	
Fósforo disponible (P). En ppm Olsen Modificado. Laboratorio ANALAB.		<10	10-20	>20	
Salinidad (S) 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 (SAB), 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	

Variables	Calificación				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
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 y 2007)

3.1.2 Análisis físicos realizados

Los análisis físicos realizados se consideraron de 2 tipos: el paquete básico que comprendió el análisis de **i**). Retención de humedad a tensiones de 30 kPa, 100 kPa, 500 kPa, 1,000 kPa y 1,500 kPa; **ii**). densidades aparente y real; **iii**). granulometría por pipeta (7 fracciones) y coeficientes de extensión lineal –COEL-; y el paquete parcial que incluyó: **i**). humedad de campo a tensiones de 30 kPa y 1,500 kPa; **ii**). densidades aparente y real, y granulometría por pipeta (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.

Para horizontes con nomenclatura Bt (horizontes con altos contenidos de arcilla) o suelos que presentaron agrietamientos, se les solicitó COEL, límites de plasticidad y pegajosidad (límites de Atterberg) para los horizontes comprendidos entre los 0 y 40 cm de profundidad.

El resumen de las propiedades físicas analizadas y los métodos utilizados se presentan a continuación en el Cuadro A-16.

Cuadro A-16. Principales propiedades físicas analizadas y técnicas aplicadas para su caracterización

Propiedad		Método de determinación
Textura		Métodos de pipeta, Bouyoucos y Organoléptico (al tacto)
		Método del cilindro
Densidad aparente, en g/cc.		Método del picnómetro
Densidad real, en g/cc.		Método de olla y platos de tensión
Contenido de humedad, en % (saturación, 0.1, 0.3, 5 y 15 kPa)		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: Manual de laboratorio de suelos, IGAC 2005

A continuación se describen las propiedades físicas, el método de análisis de laboratorio utilizado y los cuadros de interpretación para los datos determinados en los análisis de laboratorio.

Los análisis de densidad aparente y real, se realizaron con el objeto de determinar porosidad del suelo, propiedad que, junto con la textura, permiten realizar cálculos útiles para actividades como el riego y la mecanización de los suelos.

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-26. 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, 2007), 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 la fracción fina, esto se denomina análisis granulométrico completo o Método de la Pipeta. También fue utilizado para algunos casos el método de Bouyoucos.

Los resultados obtenidos, se calificaron con base en el denominado triángulo textural, el cual de acuerdo a la distribución de los 3 tipos principales de partículas (arena, limo y arcilla), asigna las categorías de textura correspondientes al suelo analizado.

Los resultados de la granulometría permitieron establecer la familia por tamaño de partículas, en la clasificación taxonómica de suelos, diferentes a Andisoles y con intergradaciones a estos.

Debido a los problemas para dispersar Andisoles e intergrados ándicos de otros suelos, la textura reportada corresponde a la estimada en campo, por el método organoléptico o al tacto.

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).

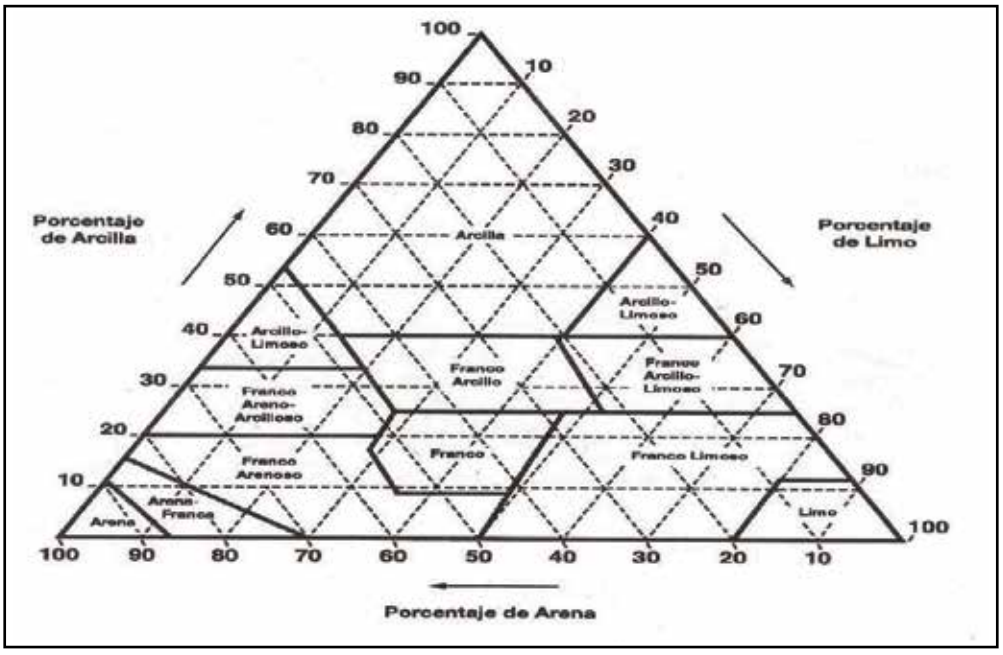


Figura A-26. Triángulo textural (Potash & Phosphate Institute, 1997)

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 la materia mineral (Plaster, 2000).

El procedimiento de análisis se denomina "Método del Picnómetro", mediante el cual 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 gramo 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 naturalezas 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 utilizando la fórmula siguiente:

$$Da = Ms/Vs$$

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 las densidades real y aparente, se definieron 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.



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. Esta 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 y el punto de marchitez permanente, respectivamente. Los contenidos de humedad a las diversas presiones se expresan en porcentaje (%).

Los resultados obtenidos permitieron definir la humedad aprovechable en porcentaje, dato que se incluye dentro del cuadro de resultados de análisis físicos en cada perfil modal.

3.1.2.5 Coeficiente de extensión lineal

Entre las propiedades físicas que se le asignan al suelo se encuentra la "contracción", la que se define como una disminución en el volumen debido a la pérdida y reducción de la capa de agua alrededor de las partículas coloidales. Se asegura que la variación del índice de extensión lineal es mayor con altos contenidos de arcillas y humus, como también influye la naturaleza de las arcillas.

El método utilizado para determinarlo se conoce como "método del rollito", mediante el cual con 50 g de suelo se realiza una pasta de saturación total con la que manualmente se hacen 5 rollitos de aproximadamente 5 mm de diámetro y exactamente 10 cm de largo, los cuales son medidos y puestos a secar al aire por 72 horas, al cabo de los cuales se vuelven a medir y las diferencias en longitud respecto al estado húmedo permite generar un índice de contracción del suelo.

Esta prueba permite aumentar la certeza para la clasificación de vertisoles, que son suelos con altos contenidos de arcillas expandibles. En Sacatepéquez no se describieron vertisoles.

3.1.2.6 Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos de texturas finas. Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

El método utilizado para determinar el límite plástico, es mediante la formación de pequeños cilindros de 3 mm de espesor a los cuales se les va agregando agua para establecer los límites de contracción (entre sólido y semisólido) y el plástico; para establecer el límite líquido se utiliza la denominada "Cazuela de Casagrande"; el índice de plasticidad se obtiene por la diferencia del límite plástico menos el límite líquido.

Las dimensionales asignadas parten de 0% de humedad para el suelo seco hasta el 100% para un suelo llevado al límite líquido.

3.1.2.7 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); 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-17 y A-18 para la calificación de la infiltración y la conductividad eléctrica, respectivamente:

Cuadro A-17. 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.

Cuadro A-18. Clasificación de la conductividad hidráulica

Clasificación	Conductividad hidráulica	
	[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 – 1.6	0.12 – 0.38
Moderada	1.6 – 5.0	0.38 – 1.20
Moderadamente rápida	5.0 – 12.0	1.20 – 2.90
Rápida	12.0 – 18.0	2.90 – 4.30
Muy rápida	>18.0	>4.30

Fuente: Montenegro, 1990

3.1.2.8 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-19, 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, 2007).

Cuadro A-19. 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/ 100cm	< 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 – 1.3	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	
Coeficiente de extensibilidad lineal (COEL)		< 0.06	0.06 – 0.09	> 0.09	
Índice de plasticidad		< 10	10 – 20	> 20	
Diámetro ponderado medio (cm)		< 1.5	1.5 -3.0	> 3.0	
Estabilidad estructural (%)		< 60	60 – 80	> 80	

Fuente: IGAC (2006 y 2007)

3.1.3 Análisis mineralógicos

Por requerimiento de las claves taxonómicas (Soil Survey Staff, 2010), se hizo necesario realizar análisis mineralógicos a 15 perfiles, tanto modales como correspondientes a algunas 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:

La Difracción de Rayos "X" para la fracción arcilla y el Análisis Óptico (microscopio petrográfico) para la fracción arena. En la primera se utilizaron hardware y software especializados.

La ocurrencia de los diferentes minerales para las fracciones arcilla y arena, se evaluó con las convenciones mostradas en el cuadro A-20.

Cuadro A-20. 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

La micromorfología se utiliza para ayudar a comprender la génesis del suelo. Además, la identificación de argilanes iluviales forma parte de los criterios utilizados para la identificación de horizontes argílicos (Soil Survey Staff, 1960). También sirve para identificar superficies de deslizamientos (sliken sides) en suelos que se automezclan, como los vertisoles y los subgrupos vérticos.

Estos análisis se hacen necesarios cuando en campo se identifican horizontes con procesos iluviales de acumulación de arcillas y presencia de argilanes (Bt), mediante este análisis se puede definir al horizonte como argílico. En la Figura A-27 se muestran las fotografías de las secciones delgadas del perfil 040304, el total de secciones delgadas realizadas fue de 1.



El método de análisis consiste en que una vez identificados los horizontes Bt, se toma un bloque de aproximadamente de 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.

En el laboratorio, el bloque conforme el direccionamiento indicado, es cortado y desbastado hasta hacerlo una lámina delgada y traslúcida, la cual es analizada con la ayuda de instrumentos ópticos para interpretarla tales como lupas, microscopio de luz y microscopio electrónico, que equipado con un software especializado facilita el despliegue de la lámina en una pantalla para un mejor análisis.

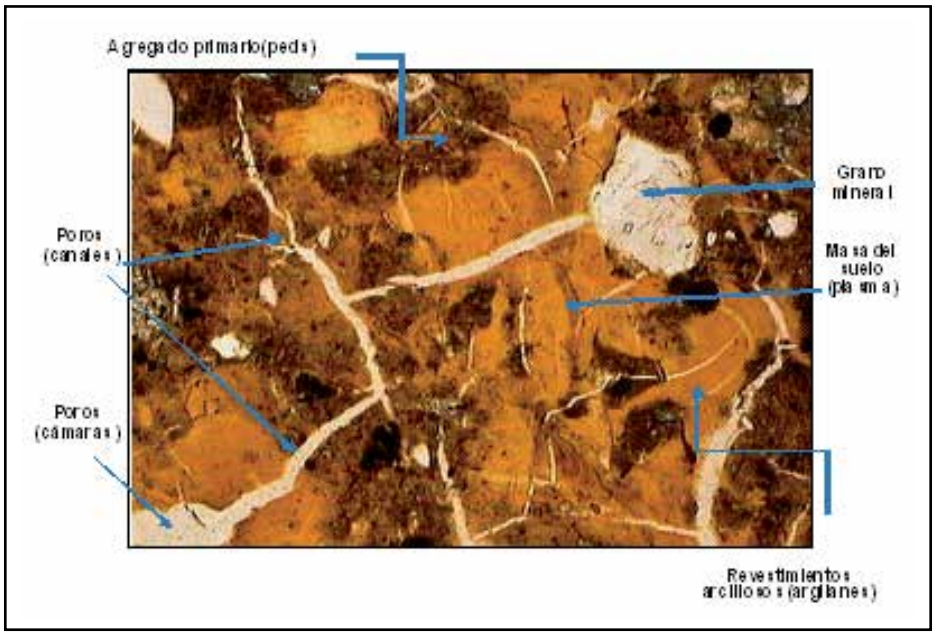


Figura A-27. Sección delgada 030402, comprendida entre los 50 y los 100 cm., con aumento 10 x 3.3 (Foto: IGAC, 2010).

3.1.5 Preparación de monolitos (procesos de preparación y etiquetado)

Los pasos para preparar las columnas de suelos recolectadas en Sacatepéquez (Figura A-28) y transformarlas en un monolito de suelo fueron los siguientes:

a). Se niveló la cara expuesta de la columna con la ayuda de una espátula grande, de tal forma que la superficie quedó completamente plana, tal como se muestra en la fotografía.

b). Sobre la superficie expuesta y utilizando la malla de aluminio de 30 x 15 cm, con el punzón de 0.2 cm de diámetro se perforaron orificios de 1 a 2 cm de profundidad y 1 cm de distancia en red rígida. En suelos de texturas arenosas se pudo espaciar a más de 1 cm la apertura de los orificios, ya que el predominio de macroporos en el suelo permitió mayor permeabilidad a la solución impregnante.

c). Se aplicaron 3 capas de mezcla impregnante (cola blanca y agua), sobre la superficie tratada en concentración ascendente: primero una parte de cola blanca con 3 de agua y después, 1:2 y 1:1, como se muestra en la fotografía. Entre cada aplicación de la mezcla impregnante se debió esperar para que la misma penetrara sin secar; solo hasta después de la última capa de mezcla aplicada (relación 1:1), se dejó secar la superficie durante aproximadamente 8 a 12 horas

d). Una vez la mezcla se hubo secado sobre la superficie de la columna de suelo, se aplicó una capa de cola blanca para madera, sin diluir, y sobre esta se colocó de manera uniforme una tela de gaza con el mismo tamaño o área de la cara de la columna.

e). Una vez la tela de gasa estuvo seca, se le aplicó una capa de cola blanca para madera, sin diluir, e inmediatamente sobre ésta se colocó una tabla de madera de buena calidad con las siguientes dimensiones: 1.35 m x 0.24 m x 0.25 m. Esta se fijó 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 dejó secar a temperatura ambiente por un lapso de tiempo de una semana.



Figura A-28. En las fotografías de muestra una secuencia del proceso de elaboración de un monolito en las instalaciones de la UPGGR-MAGA (Fotos: G. Rosal, 2010).

f). Transcurrido el lapso indicado, se revisó que la tabla estuviera debidamente pegada y se retiraron las prensas y la caja, con lo que posteriormente y con la ayuda de un cuchillo, una espátula y una aspiradora industrial, se retiró 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 dejó secar a temperatura ambiente por una semana más.

g). Al estar ya seca la columna desbastada, se aplicaron entre 1 y 2 capas de laca mate para madera, diluida con thinner en relación 1:5, y se dejó secar a temperatura ambiente. Esta impregnación no generó sobre el monolito ningún tipo de brillantez y produjo 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 monolitos listos para su montaje final, el cual se debe realizar con toda la identificación correspondiente a 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 UPGGR, 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. Al llegar los resultados de laboratorio, se confirmó o ajustó la clasificación taxonómica en cada unidad cartográfica, con esos datos

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 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 GIS

La información de campo de las boletas de cajuelas y calicatas fue trasladada al SQL Server® para luego exportarla a hojas electrónicas, las que permitieron generar las capas de puntos de cajuelas y calicatas por medio de las coordenadas (x, y) con todas sus características, según se observa en la Figura A-29.

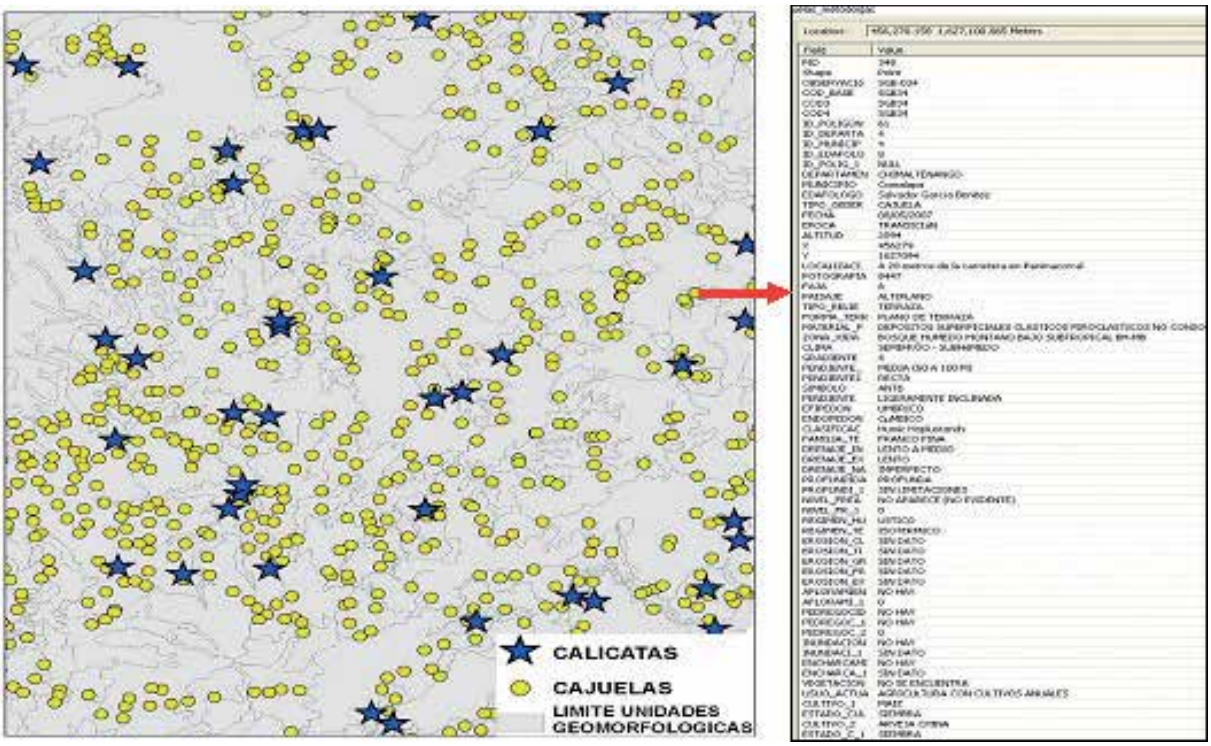


Figura A-29. Ubicación de cajuelas y calicatas con la vinculación de la información de campo

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, quienes 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-30 se observa el mapa preliminar de suelos y los atributos de la tabla de datos.

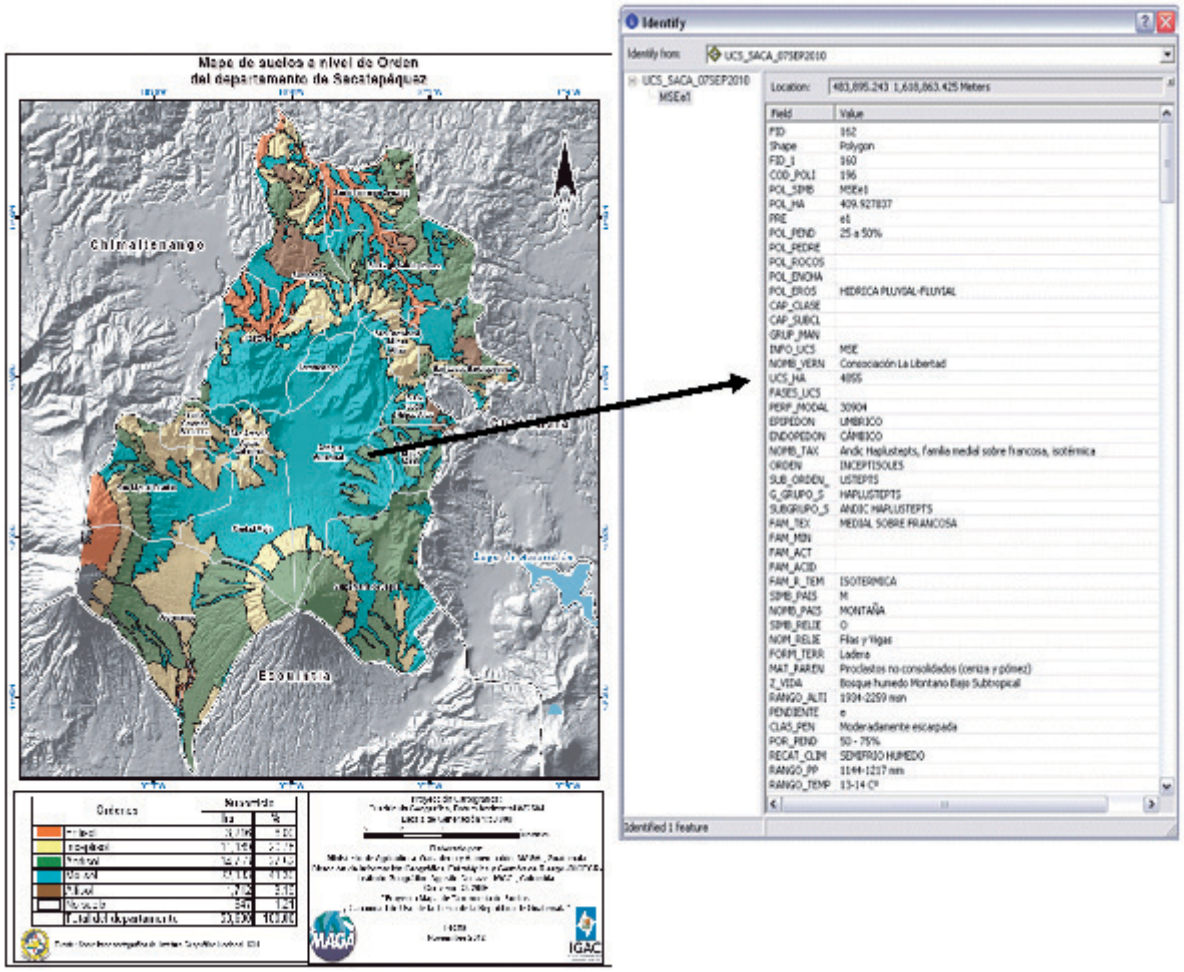


Figura A-30. Mapa preliminar de suelos con datos de campo, departamento de Sacatepéquez

En el Cuadro A-21 se muestra un fragmento de la leyenda preliminar de suelos que acompaña también al mapa preliminar de suelos. En la leyenda se indica el tipo de unidades cartográficas, el nombre vernáculo, clasificación taxonómica preliminar, perfil modal (área y %) en la unidad.

Cuadro A-21. Fragmento de la leyenda preliminar del mapa de suelos

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Componente taxonómico (de campo)	No. Perfil	%	Símbolo de geomorfología
MONTAÑA VOLCANO - EROSIONAL (M)	EXTREMADAMENTE FRÍO SUBHUMEDO (Z)	Estrato - volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras o ceniza y pómez)	Consociación Volcán de Agua	Andisol Thaptic Haplocryands, familia medial	31102	80	MZVgp2
						Andisol Humic Vitricryands, familia medial	31101	20	
	MUY FRÍO SUBHUMEDO (D)	Estrato - volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Consociación Faldas Volcán de Agua	Entisol Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - ceniza, isomésica	41102	90	MDAf2
					Consociación Mal Paso	Andisol Humic Ustivitrands, familia medial, isomésica	31103	70	MDBgp
						Andisol Humic Haplustands, familia medial, isomésica	31111	30	
	FRÍO - HÚMEDO (J)	Estrato - volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras o ceniza y pómez)	Consociación Volcanes	Inceptisol Vitrandic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica	31304	90	MJAfp MJAfp2
		Glacis	Plano Inclinado	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Consociación Camino Volcán de Agua	Andisol Humic Ustivitrands, familia medial sobre arcillosa, isomésica	31110	80	MJBep1 MJBfp MJBfp1
						Andisol Humic Ustivitrands, familia medial, isomésica	31112	20	
	FRÍO - SUBHÚMEDO (F)	Filas y Vigas	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Consociación Cerro Monterrico	Molisol Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isomésica	30806	90	MFAe1 MFAf MFAf1 MFAf2

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 y análisis de datos de laboratorio, para realizar la clasificación final de los suelos

Los 77 resultados de laboratorio provenientes de las calicatas fueron entregados a la UPGGR 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-22 se muestra una serie de tablas con resultados de laboratorio, pertenecientes al perfil modal de una unidad cartográfica.

Cuadro A-22. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 030901

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
0-40	0.90	1.34	90.21	27.53				15.05	22.82	10.02	32.84
40-80	1.05	1.21	87.94	37.31				20.61	7.61	5.61	13.22

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-40	12.48			
40-80	16.70			

Profundidad	Granulometría %			Clase textural	Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3	Fósforo	Fertilidad***	Fertilidad***	
cm	Arenas	Limos	Arcillas		%	1:1	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0-40	78.86	15.10	6.04	AF	5.00	7.5	2.71	5.14				12.37		
40-80	67.57	19.72	12.71	FA	4.00	6.7	0.56	1.07				2.42		
80-136	65.06	19.90	15.04	FA	4.00	7.0	0.28	0.53				3.97		

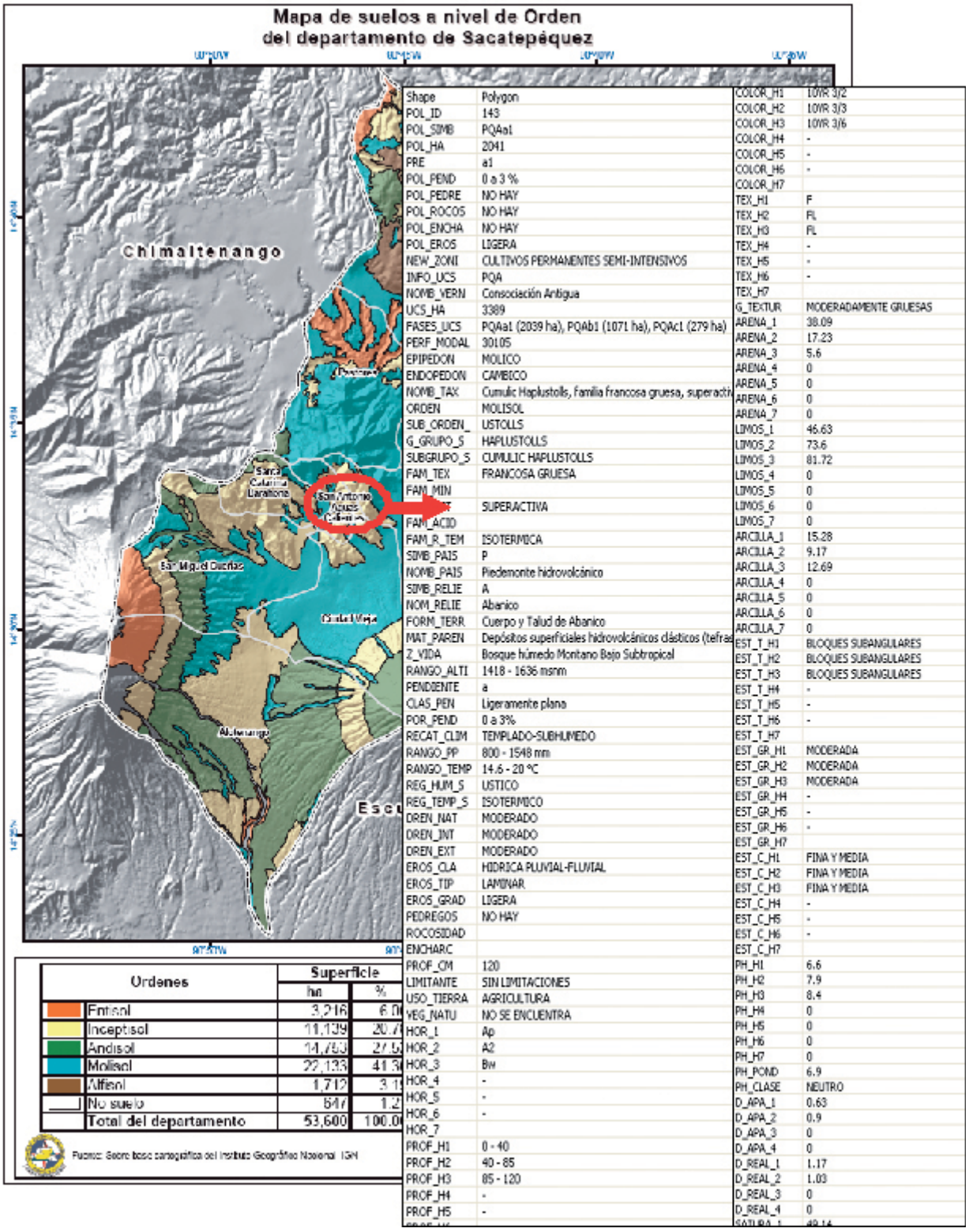
Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	SAI
0-40	24.00	21.59		21.45	14.00	5.33	1.97	0.15		58.33	22.21	8.21	0.63	
40-80	25.50	15.05		15.21	10.20	3.50	1.30	0.21		40.00	13.73	5.10	0.82	
80-136	12.50	15.26		15.60	9.50	5.14	0.56	0.40		76.00	41.12	4.48	3.20	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-40	89.38	2.36	9.91	42.02	3.52	42.90		
40-80	59.65	3.48	8.52	37.72	4.66			
80-136	SAT	3.24	8.63	34.70	6.84			

N.D. = No Detectado; SAT = Saturado; B.T. = Bases Totales; %S.A.I. = Saturación de Acidez Intercambiable ($H^{++}Al^{+++}$); SAB.% = Porcentaje Saturación de Bases; * = Porcentaje de fragmentos gruesos estimados en campo; ** (-) = No presente; *** = Fertilidad natural química.

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-31 se observa el mapa de suelos con su respectiva leyenda y en la ventana anexa un ejemplo con la información morfológica y medioambiental, con un cuadro anexo que contiene algunos resultados de laboratorio.





Shape	Polygon
POL_ID	143
POL_SIMB	PQAa1
POL_HA	2041
PRE	a1
POL_PEND	0 a 3 %
POL_PEDRE	NO HAY
POL_ROCOS	NO HAY
POL_ENCHA	NO HAY
POL_EROS	LIGERA
NEW_ZONI	CULTIVOS PERMANENTES SEMI-INTENSIVOS
INFO_UCS	PQA
NOMB_VERN	Consociación Antigua
UCS_HA	3389
FASES_UCS	PQAa1 (2039 ha), PQAb1 (1071 ha), PQAc1 (279 ha)
PERF_MODAL	30105
EPIPEDON	MOLICO
ENDOPEDON	CAMBICO
NOMB_TAX	Cumulic Haplustolls, Familia francosa gruesa, superacti
ORDEN	MOLISOL
SUB_ORDEN_	USTOLLS
G_GRUPO_S	HAPLUSTOLLS
SUBGRUPO_S	CUMULIC HAPLUSTOLLS
FAM_TEX	FRANCOSA GRUESA
FAM_MIN	
	SUPERACTIVA
FAM_ACID	
FAM_R_TEM	ISOTERMICA
SIMB_PAIS	P
NOMB_PAIS	Piedemonte hidrovolcánico
SIMB_RELIE	A
NOM_RELIE	Abanico
FORM_TERR	Cuerpo y Talud de Abanico
MAT_PAREN	Depósitos superficiales hidrovolcánicos clásticos (tefra
Z_VIDA	Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical
RANGO_ALTI	1418 - 1636 msnm
PENDIENTE	a
CLAS_PEN	Ligeramente plana
POR_PEND	0 a 3%
RECAT_CLIM	TEMPLADO-SUBHUMEDO
RANGO_PP	800 - 1548 mm
RANGO_TEMP	14.6 - 20 °C
REG_HUM_S	USTICO
REG_TEMP_S	ISOTERMICO
DREN_NAT	MODERADO
DREN_INT	MODERADO
DREN_EXT	MODERADO
EROS_CLA	HIDRICA PLUVIAL-FLUVIAL
EROS_TIP	LAMINAR
EROS_GRAD	LIGERA
PEDREGOS	NO HAY
ROCOSIDAD	
ENCHARC	
PROF_CM	120
LIMITANTE	SIN LIMITACIONES
USO_TIERRA	AGRICULTURA
VEG_NATU	NO SE ENCUENTRA
HOR_1	Ap
HOR_2	A2
HOR_3	Bw
HOR_4	-
HOR_5	-
HOR_6	-
HOR_7	
PROF_H1	0 - 40
PROF_H2	40 - 85
PROF_H3	85 - 120
PROF_H4	-
PROF_H5	-

COLOR_H1	10YR 3/2
COLOR_H2	10YR 3/3
COLOR_H3	10YR 3/6
COLOR_H4	-
COLOR_H5	-
COLOR_H6	-
COLOR_H7	
TEX_H1	F
TEX_H2	FL
TEX_H3	FL
TEX_H4	-
TEX_H5	-
TEX_H6	-
TEX_H7	
G_TEXTUR	MODERADAMENTE GRUESAS
ARENA_1	38.09
ARENA_2	17.23
ARENA_3	5.6
ARENA_4	0
ARENA_5	0
ARENA_6	0
ARENA_7	0
LIMOS_1	46.63
LIMOS_2	73.6
LIMOS_3	81.72
LIMOS_4	0
LIMOS_5	0
LIMOS_6	0
LIMOS_7	0
ARCILLA_1	15.28
ARCILLA_2	9.17
ARCILLA_3	12.69
ARCILLA_4	0
ARCILLA_5	0
ARCILLA_6	0
ARCILLA_7	0
EST_T_H1	BLOQUES SUBANGULARES
EST_T_H2	BLOQUES SUBANGULARES
EST_T_H3	BLOQUES SUBANGULARES
EST_T_H4	-
EST_T_H5	-
EST_T_H6	-
EST_T_H7	
EST_GR_H1	MODERADA
EST_GR_H2	MODERADA
EST_GR_H3	MODERADA
EST_GR_H4	-
EST_GR_H5	-
EST_GR_H6	-
EST_GR_H7	
EST_C_H1	FINA Y MEDIA
EST_C_H2	FINA Y MEDIA
EST_C_H3	FINA Y MEDIA
EST_C_H4	-
EST_C_H5	-
EST_C_H6	-
EST_C_H7	
PH_H1	6.6
PH_H2	7.9
PH_H3	8.4
PH_H4	0
PH_H5	0
PH_H6	0
PH_H7	0
PH_POND	6.9
PH_CLASE	NEUTRO
D_APA_1	0.63
D_APA_2	0.9
D_APA_3	0
D_APA_4	0
D_REAL_1	1.17
D_REAL_2	1.03
D_REAL_3	0
D_REAL_4	0

Figura A-31. Mapa de suelos con datos de laboratorio, departamento de Sacatepéquez

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 Sacatepéquez conjuntamente con su respectiva leyenda. Ver la Figura A-32.

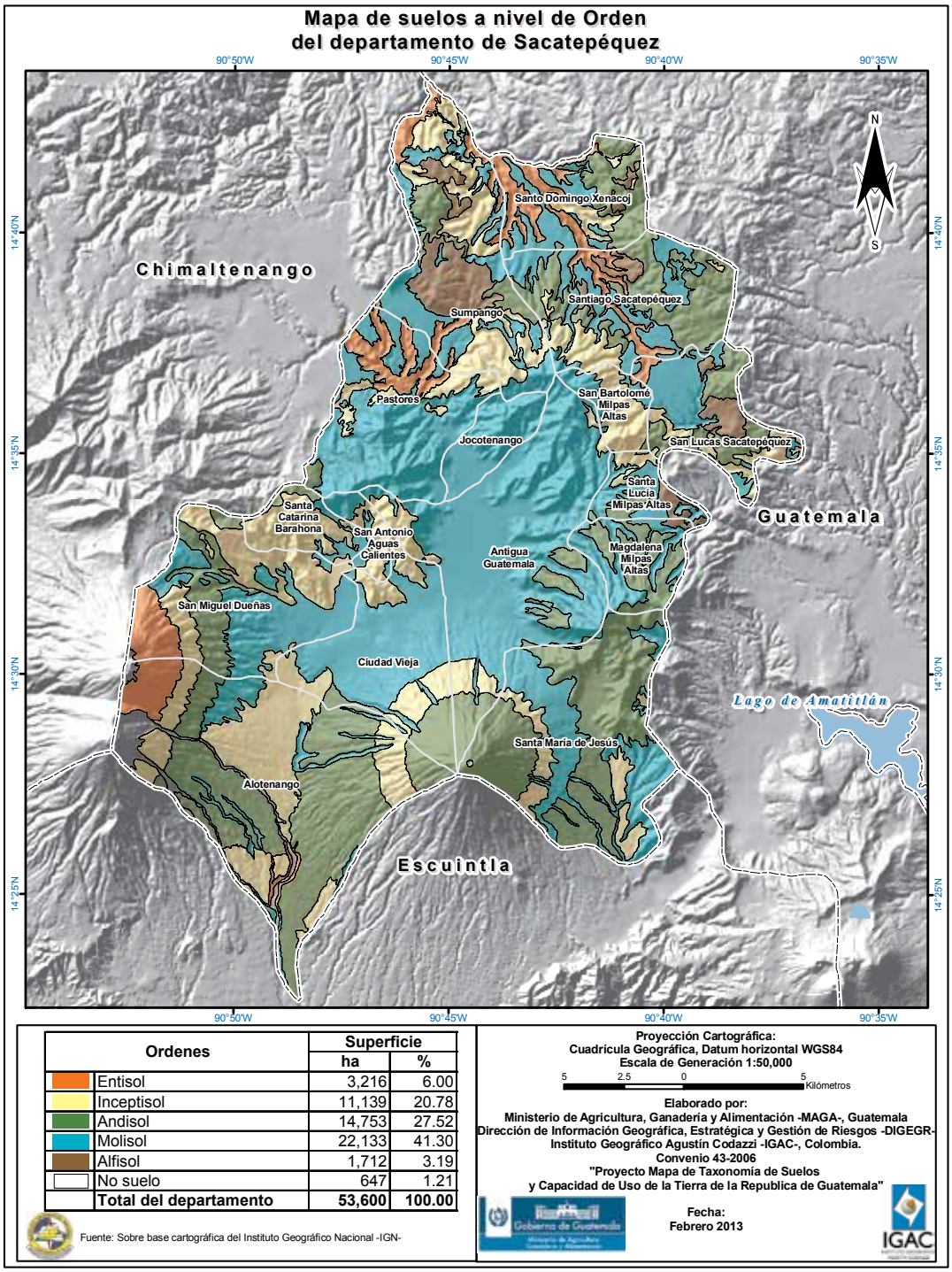


Figura A-32. Mapa de Suelos a nivel de Orden, departamento de Sacatepéquez

4.2.3 Elaboración de los mapas de clasificación de tierras por capacidad de uso, zonificación y otras aplicaciones

Al tener el mapa base (mapa final de suelos y su leyenda), se confeccionaron los mapas de capacidad de uso de la tierra y de zonificación de tierras. Ambos fueron obtenidos según las metodologías propuestas por el IGAC (Clasificación de tierras por su capacidad de uso, 2007 y Zonificación física de tierras, 2009) en las 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: pendientes (p); grado de erosión (e); humedad (h), drenaje natural y encharcamientos; suelo (s) profundidad efectiva, distribución de partículas por tamaño, fragmentos de roca en el perfil, pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, y fertilidad natural; clima (c), piso térmico y regímenes de humedad.

Las unidades de calificación de la capacidad de uso de la tierra tienen como categorías: Clase, Subclase y Grupo de Manejo (IGAC, 2007). Para asignar la clase y subclase para cada una de las delineaciones se utilizaron 12 tablas, las que fueron revisadas y adaptadas a la República de Guatemala. A continuación se muestran los cuadros para calificar la clase de capacidad de uso de las tierras:

Cuadro A-23. Pendiente

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-24. 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-25. 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	4	IV
Cualquiera; **pobremente drenado, muy pobremente drenado**	5	V
Excesivo y muy pobremente drenado	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-26. Inundaciones o encharcamientos

Tipo / duración	Clase agrológica	
No hay	1	I
No se presentan; raras; extremadamente cortos o muy cortos / 1 cada 10 o más años	2	II
No se presentan; raras; ocasionales; extremadamente cortos o muy cortos / 1 cada 2 a 5 años	3	III
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; extremadamente cortos o muy cortos / 1 a 2 por año	4	IV
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; muy frecuentes; extremadamente cortos o muy cortos / más de 2 por año	5	V
No se presentan; raras; ocasionales; muy cortos; cortos; largos o muy largos / 1 a 2 por año	6	VI
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; muy cortos; cortos; largos o muy largos / 1 a 2 por año	7	VII
Cualquier frecuencia y duración / más de 2 por año	8	VIII

Cuadro A-27. Profundidad efectiva

Profundidad (cm)	Clase agrológica	
> 100	1	I
76 – 100	2	II
51 – 75	3	III
25 – 50	4	IV
Cualquiera, <25	5	V
< 25	6	VI
Cualquiera	7	VII
Cualquiera	8	VIII

Cuadro A-28. Textura: Familias por distribución de partículas por tamaño

Familia por distribución de partículas	Clases fuertemente contrastadas (sin considerar fragmentos gruesos) *	Clase agrológica	
Francosa fina **Medias**	---	1	I
Francosa fina **Francosa gruesa** Medias Limosa fina Contrastadas	--- • Medial sobre francosa (51)	2	II

Familia por distribución de partículas	Clases fuertemente contrastadas (sin considerar fragmentos gruesos) *	Clase agrológica	
Finas permeables **Ceniza (depende de textura organoléptica)** Contrastadas	• Francosa–gruesa sobre arenosa (22) • Limosa-gruesa sobre arcillosa (23) • Francosa-fina sobre arcillosa (25) • Francosa-fina sobre arenosa (27) • Limosa-fina sobre arcillosa (28) • Francosa sobre ceniza (37) • Francosa sobre arenosa (38) • Medial sobre ceniza (44) • Medial sobre arenosa (53) • Arenosa sobre francosa (63) • Ceniza sobre francosa (4) • Medial sobre arcillosa (47)	3	III
Limosa gruesa **Arenosa** **Muy fina** Psamments Contrastadas	• Arcillosa sobre arenosa (18) • Francosa-gruesa sobre arcillosa (20) • Limosa-fina sobre arenosa (30) • Arenosa sobre arcillosa (62) • Ceniza sobre esquelética-arenosa (8) • Ceniza sobre esquelética – arcillosa (2) • Ceniza sobre esquelética – francosa (3) • Esquelética – medial	4	IV
Francosa fina Limosa fina Francosa gruesa Limosa gruesa Fina Contrastadas	---	5	V
Arenosa Francosa fina Limosa fina Francosa gruesa Limosa gruesa Fina Muy fina Contrastadas	Esqueléticas (si volumen en % de piedra en el perfil es mayor a 60% y de la profundidad a la que se encuentra)	6	VI
Cualquiera	Cualquiera	7	VII
Cualquiera	Cualquiera	8	VIII

* Según Clases de Tamaño de Partícula Fuertemente Contrastantes (Soil, Survey Staff, 2010). 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).

Cuadro A-29. Fragmentos en el suelo

% por volumen	Clase agrológica	
< 3.0	1	I
< 3.0	2	II
3.0 – 15	3	III
15.1 – 35	4	IV
< 35	5	V
35.1 – 60	6	VI
> 60.1 – 90	7	VII
> 90	8	VIII



Cuadro A-30. Pedregosidad superficial

% de área afectada	Clase agrológica	
< 0.1	1	I
< 0.1	2	II
0.1 - 3	3	III
3.1 – 15	4	IV
< 50	5	V
15.1 – 50	6	VI
50.1 – 90	7	VII
> 90	8	VIII

Cuadro A-31. Afloramientos rocosos

% de área afectada	Clase agrológica	
< 0.1	1	I
0.1 – 2	2	II
2.1 - 10	3	III
10.1 - 25	4	IV
< 10	5	V
25.1 - 50	6	VI
50.1 - 90	7	VII
> 90	8	VIII

Cuadro A-32. Fertilidad natural

Calificación	Clase agrológica	
Muy alta: > 8.4 **Alta: 8.4 – 6.8** **Media: 6.7 – 5.2**	1	I
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.4 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2	2	II
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.4 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2 **Baja: 5.1 – 3.6**	3	III
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.4 – 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-33. Piso térmico

Piso térmico (altura)	Clase agrológica	
Cálido (< 600) Semicálido (600 - 1,100) Templado (1,100 – 1,900) Semifrío (1,900 – 2,300) Frío (2,300 – 2,700)	1 – 5	I - V

Piso térmico (altura)	Clase agrológica	
Semicálido (600 - 1,100) Templado (1,100 – 1,900) Semifrío (1,900 – 2,300) Frío (2,300 – 2,700)	6	VI
Todos los anteriores **Muy Frío (2,700 a 3,300 msnm)**	7	VII
Extremadamente frío (> 3,300 msnm)	8	VIII

Cuadro A-34. Régimen de humedad del suelo o (humedad edáfica)

Régimen de humedad	Clase agrológica	
Údico	1	I
Ústico	2	II
Údico a Ústico	3 y 4	III y 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-33, 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**

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 diferentes limitantes de las subclases, con lo cual se definieron los usos recomendados y prácticas de manejo, en todo el proceso las consultas de información y análisis se efectuaron en el ambiente SIG. También se consultaron las ortofotos y los modelos de elevación. Un fragmento de la leyenda de capacidad de uso de la tierra se observa en el cuadro A-36.



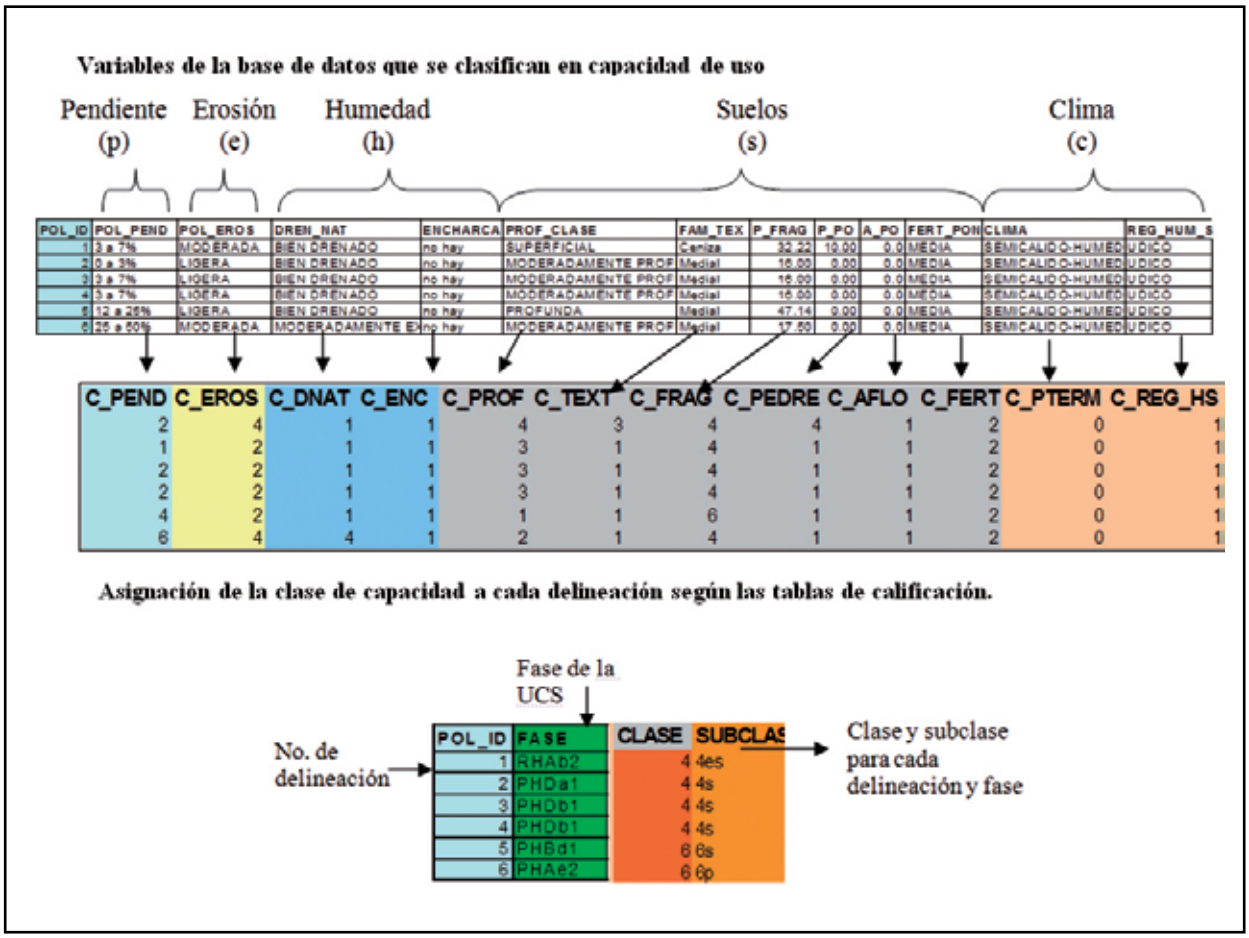


Figura A-33. Ejemplo de clasificación de capacidad de uso de las tierras, a nivel de subclase para cada una de las delineaciones.

Cuadro A-35. Fragmento de la leyenda de capacidad de uso de las tierras, departamento de Sacatepéquez

Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases de las unidades cartográficas de suelos	Principales características de las unidades de capacidad	Factores limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
2	2ec	2ec-1	**ANBa1 ANCa1**	Clima semifrío subhúmedo (N), pendientes ligeramente planas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, pH ligeramente ácido, fertilidad media, erosión ligera.	Erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima semifrío, los principales son: maíz, fríjol. Hortalizas: acelga, apio, berro, brócoli, ajo, zanahoria, tomate, chile. Minivegetales, espárragos, ejote francés y arveja china. Ornamentales: hoja de cuero y otros. Otros cultivos posibles son: persimón, mora, aguacate, fresa y macadamia. Ganadería intensiva.	Realizar conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel y barreras vivas. Reducir la erosión eólica con cortinas rompevientos. Implementar laboreo mínimo para conservar estructura del horizonte A; variar la profundidad de laboreo para evitar la formación del piso de arado. Aplicar materia orgánica: incorporar restos de cosecha y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo en fase ANBa1, N-P en la fase restante, dosis según análisis en finca. Regar altos volúmenes de agua espaciados en el tiempo por aspersión o goteo. En ganadería intensiva utilizar razas genéticamente mejoradas, establecer pastos mejorados, adecuada carga animal/área; evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	**694**
	2pec	2pec-1	**MQFb1**	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, alta saturación de bases, alta capacidad de intercambio de cationes, pH moderadamente ácido, fertilidad alta, erosión ligera.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, los principales son: maíz, frijol; hortalizas: ajo, acelga, apio, berro, brócoli, lechuga, coliflor, col de brúcelas, tomate y chile. Otros cultivos posibles son: persimón, aguacate, macadamia. Ganadería intensiva.	Realizar conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel y barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Utilizar labranza mínima. Incorporar materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis según finca. Por retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos liberación lenta, cerca de raíces. Regar utilizando altos volúmenes de agua espaciados en el tiempo, por goteo o aspersión. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, utilizar; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	**6**

4.2.3.2 Elaboración del mapa de zonificación física de tierras

El mapa de zonificación física 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 de suelos del estudio, es seleccionando las variables de suelos y calificarlas con base en la tabla: *Variables utilizadas en la evaluación del uso Principal de las tierras*, que se observa en el Cuadro A-36 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-36. Los códigos que allí se encuentran corresponden a los tipos de climas del estudio, por ejemplo: el código 7 corresponde al tipo de clima "semicálido húmedo".

- Si la fase analizada posee, por ejemplo, una pendiente del 0-7% 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-36 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-36. Variables utilizadas en la evaluación del Uso Principal de las tierras del departamento de Sacatepéquez, 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 en el Suelo	Fragmentos en Superficie	Afloramiento Rocoso	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	< 2	Media Mod. Fina; Mod. 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	< 2	Media Mod. Fina; Mod. 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	< 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	Moderada o menor	Bueno a imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 35	< 15	< 25	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina
GANADERIA	Pastoreo Intensivo (PIN)	3,4,7,11, 12, 16,20	0 – 7	Ligera o menor	Bueno o moderado	Raras	> 50	Moderada o Mayor	< 15	< 3	< 2	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina
	Pastoreo Semi-intensivo (PSI)	2,3,4,6,7,8,10,11,12,15, 16,19, 20	< 12	Ligera o menor	Bueno a imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 35	< 15	< 25	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina
	Pastoreo Extensivo (PEX)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12, 15,16,19, 20	< 25	Moderada o menor	Imperfecto a excesivo	Frecuentes	< 50	Muy baja o mayor	< 60	< 50	< 50	Todos
AGROFORESTAL	Agrosilvícola (AGS)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12, 14,15,16, 19,20	< 50	Moderada o menor	Bueno a excesivo	Ocasionales	> 50	Baja o mayor	< 50	< 15	< 50	Todos
	Agrosilvopastoril (ASP)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12,14, 15,16,19, 20	< 50	Moderada o menor	Bueno a pobre	Frecuentes	> 50	Baja o mayor	<60	< 15	< 50	Todos
	Silvopastoril (SPA)	2,3,4,6,7,8,10,11,12,14,15, 16,19,20	< 50	Moderada o menor	Imperfecto a excesivo	Frecuentes	> 25	Muy baja o mayor	< 60	< 50	< 90	Todos
FORESTAL	Forestal productor (FPD)	2,3,4,6,7,8, 10,11,12,14, 15,16,19,20	< 75	Severa o menor	Pobre a excesivo	Ocasionales	> 40	Baja o mayor	< 60	< 90	< 90	Todos
	Forestal protector (FPR)	1 al 25	> 75	Moderada o menor	Pobre a excesivo	Frecuentes	< 50	Muy baja o mayor	< 60	< 90	> 90	Todos
CONSERVACION	Áreas de conservación de RRNN y Biod. (ARNB)	Todos (1 a 25)	>75	---	---	---	< 10	---	---	---	---	---
	Conservación y recuperación (CRE)	Todos (1 a 25)	---	Muy severa	---	---	< 10	---	---	---	---	---
	Áreas de reserva natural (ARN)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
OTRAS	Centros Urbanos (CU)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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-37.

Cuadro A-37. Segmento de la Leyenda de Unidades de Zonificación de Tierras

Vocación De uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas	ha	%
AGRICULTURA-GANADERIA	CULTIVOS TRANSITORIOS INTENSIVOS	Tierras con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), con disponibilidad de riego durante el año y suelos productivos. Sin limitaciones para la agricultura y la ganadería intensiva. Requieren prácticas ligeras de conservación de suelos: siembra en contorno siguiendo las curvas a nivel y barreras vivas, adecuada fertilización y labranza liviana para evitar la destrucción de la estructura del suelo.	CTI	ASCb1, MSOb1, MSPb1, ASBb1	1,506	2.81
	CULTIVOS TRANSITORIOS SEMI-INTENSIVOS	Tierras con pendientes de ligeramente planas a moderadamente inclinadas (<12%), con limitaciones ligeras a moderadas por la inadecuada distribución de las lluvias, suelos de superficial a moderadamente profundos, con fertilidad variable (media a alta), texturas medias a finas. Sin restricciones para cultivos y ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas ligeras a moderadas de conservación de suelos y aguas además de las indicadas para los CTI. Requieren riego suplementario.	CTS	ANBa1, ANCa1, MQFb1, ANBb1, MSPc1, ASAc1, ASBc1, MSMc1, MSKc1	1,310	2.44
	CULTIVOS PERMANENTES INTENSIVOS	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%), con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Tierras adecuadas para la agricultura con cultivos permanentes y la ganadería semi-intensiva. Requieren practicas moderadas de conservación de suelos: siembra según curvas a nivel, barreras vivas y muertas; fertilización con abono orgánico y químico; requieren riego suplementario.	CPI	ANFb1, PSAb1, ASAd1, MSId1	1,477	2.76
	CULTIVOS PERMANENTES SEMI-INTENSIVOS	Tierras con pendientes hasta ligeramente escarpadas (<50%), con frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo en algunas áreas, texturas de finas a moderadamente gruesas. Adecuadas para la agricultura permanente y la ganadería semiintensiva. Requieren labranza mínima y prácticas de conservación de suelo y agua, como siembras 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. Necesitan mantener la cobertura vegetal para reducir el impacto de la gota de lluvia y la escorrentía. Requieren riego suplementario.	CPS	PHAc1, MNJc1, PQAc1, PHAb1, PQAa1, PQAb1, MNGd1, MNJd1, MSCd1, MQFd1, ASAd2, MNJd2, MNId2, MSD d2, MSK d2, MHAd1, MBAd1, MBAdp1, MBCd1, MSDd1, MSFd1, MSKd1, MSLd1, MQAdp1, MQGd1, PQCd1, PQDd1, MNLb1, MQGb1, MQGc1, PQCc1, PQDb1, PQDc1	12,290	22.98

4.2.3.3 Elaboración del mapa de intensidad de uso de la tierra a escala 1:20,000

El mapa de uso de la tierra se elaboró mediante talleres de consulta participativa con los pobladores que se dedican a las labores agrícolas del departamento de Sacatepéquez, 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 adaptada para Centroamérica, 2002.

El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

A través de las Oficinas Municipales de Planificación (OMP) se realizó un taller por cada municipio de Sacatepéquez, en total se realizaron 16 talleres, 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 la Figura A-34 se observa el desarrollo de uno 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-35).



Figura A-34. Delimitación de los usos de la tierra a nivel municipal (Foto: E. Sánchez, 2009).



Figura A-35 Realización de talleres participativos e identificación de informantes claves (Foto: E. Sánchez, 2009).

Los acetatos obtenidos en los talleres que contenían los trazos de uso de la tierra y que fueron analizados en campo, se escanearon y vectorizaron, conformando a partir 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. El mapa final se muestra en la Figura A-36.

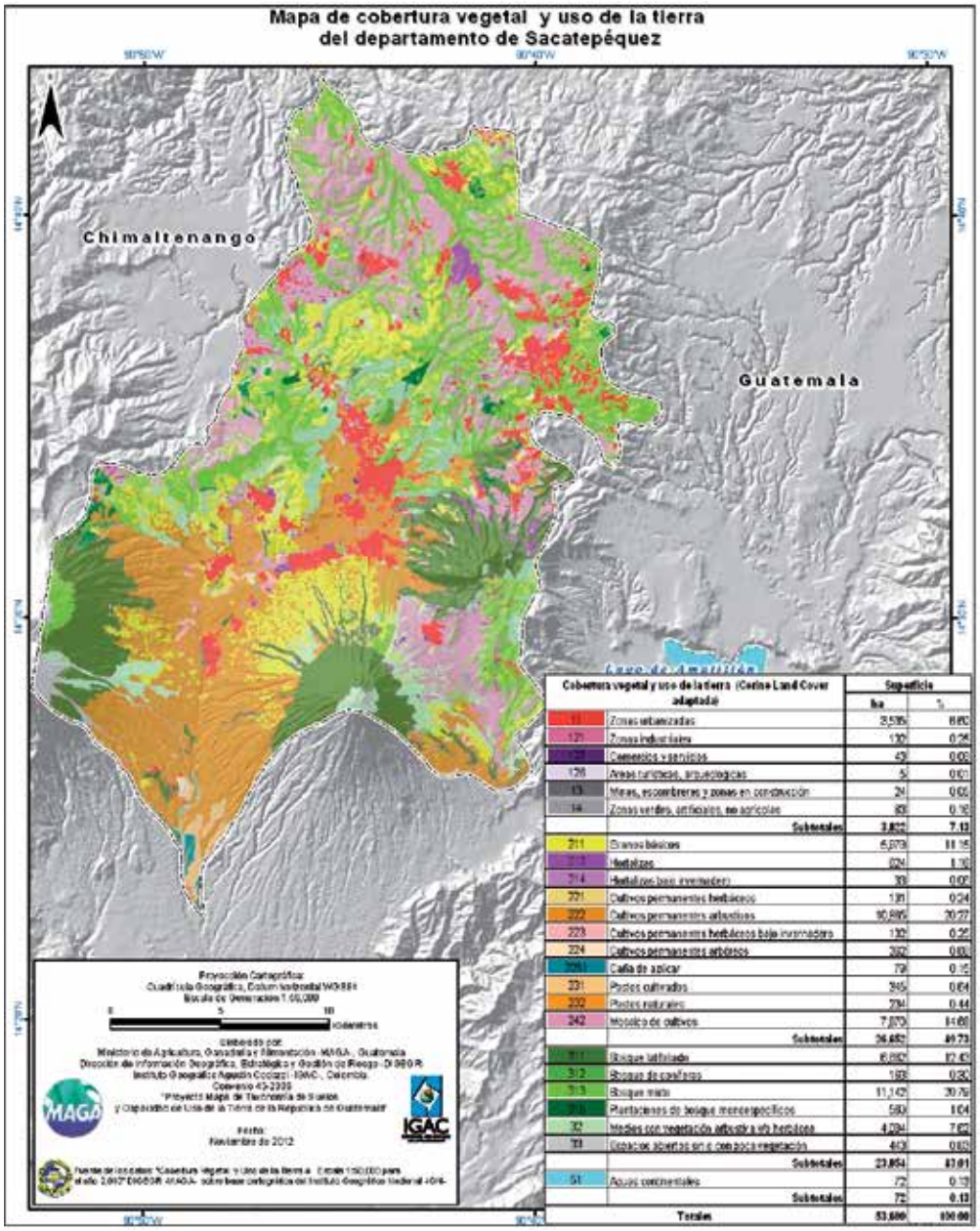


Figura A-36. Mapa de uso de la tierra, departamento de Sacatepéquez

El mapa de uso de la tierra fue de gran utilidad para elaborar el mapa de intensidad de uso de la tierra; 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.

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 uso de la tierra y de 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-37 se observa un ejemplo de esta comparación y en la Figura A-38, se observa el mapa de intensidad de uso final.

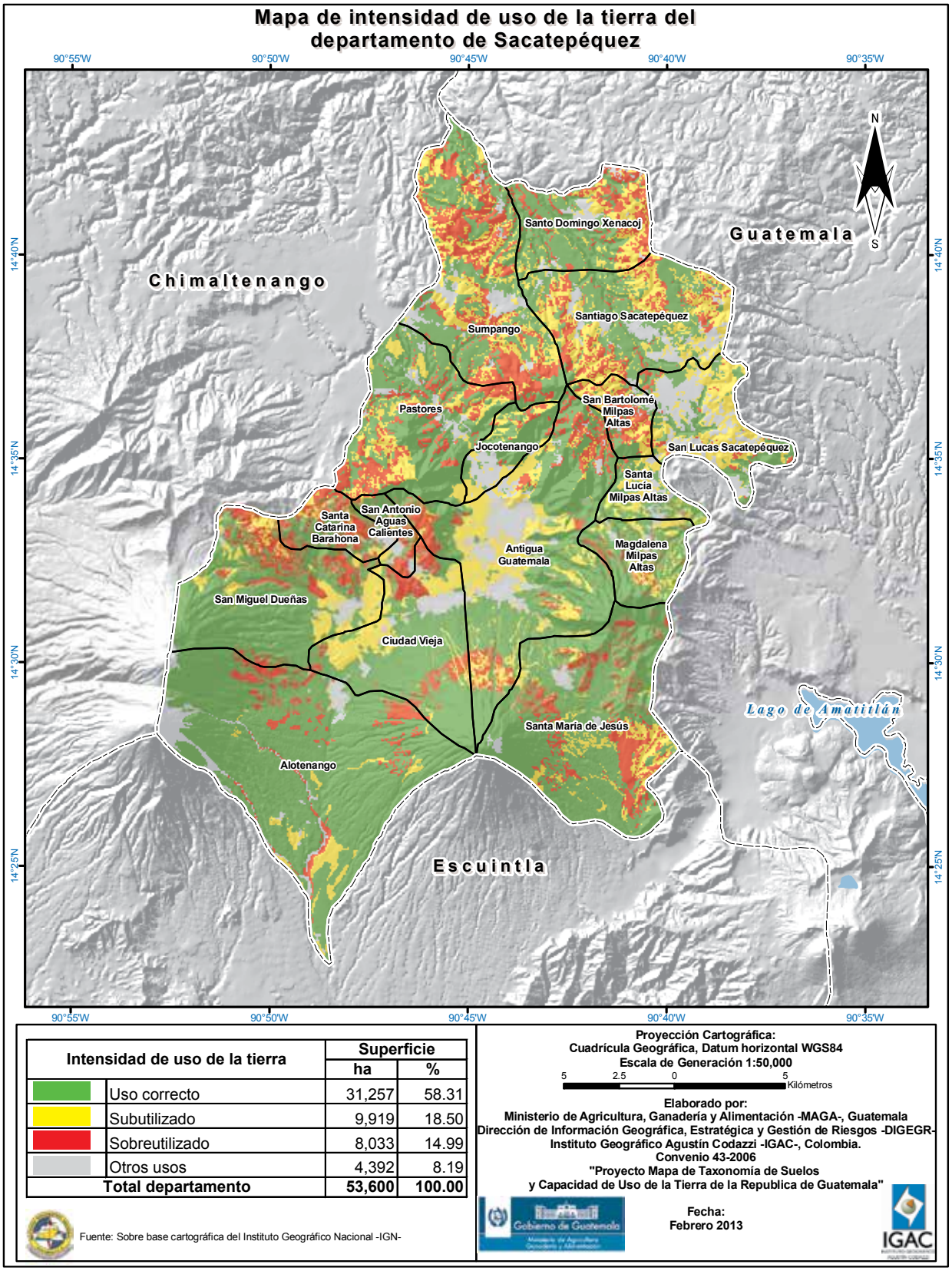


Figura A-37. Mapa de intensidad de uso de la tierra, departamento de Sacatepéquez

Cuadro A-38. Fragmento de la comparación y clasificación de intensidad de uso

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE MANEJO	VOCACIÓN	USO ACTUAL	CALIFICACIÓN
IV	IVp	IVp1	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso correcto
				Cítricos	Uso correcto
				Café	Uso correcto
				Hortalizas	Uso correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Uso correcto
				Melocotón	Uso correcto
				Mosaico de cultivos	Uso correcto
				Zanahoria	Uso correcto
				Bosque mixto	Subutilizado
				Bosque de Pino	Subutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Subutilizado
				Tejido urbano	Otros usos
		IVp2	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso correcto
				Cítricos	Uso correcto
				Café	Uso correcto
				Hortalizas	Uso correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Uso correcto
				Bosque mixto	Subutilizado
				Bosque de Pino	Subutilizado
				Espacios con vegetación escasa	Subutilizado
				Instalaciones deportivas y recreativas	Otros usos
				Tejido urbano	Otros usos
		IVpe1	AGRÍCOLA	Arveja china	Uso correcto
				Bosque mixto	Subutilizado
				Bosque de Pino	Subutilizado
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Subutilizado
				Instalaciones deportivas y recreativas	Otros usos
				Tejido urbano	Otros usos
				Maíz	Uso correcto
				Pastos cultivados	Uso correcto
				Bosque latifoliado	Uso correcto
VI	VIp	VIp1	AGROFORESTAL	Bosque latifoliado	Subutilizado
				Café	Uso correcto
				Maíz y Frijol	Sobreutilizado
				Pastos cultivados	Uso correcto
				Vegetación arbustiva baja	Uso correcto
	VIps	VIps1	AGROFORESTAL	Aguacate	Uso correcto
				Arveja china	Sobreutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Bosque mixto	Subutilizado
				Café	Uso correcto
				Lechuga	Sobreutilizado
				Maíz	Sobreutilizado
				Mosaico de cultivos	Sobreutilizado
				Vegetación arbustiva baja	Uso correcto

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, 2008) 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® version 9.2, transfiriéndose estos archivos posteriormente a un formato de publicación.

Los capítulos que integran el informe técnico final son los siguientes: Capitulo I: Características generales; Capitulo 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; Capitulo 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 de réplica y de inclusión; Anexo C: Resultados de pruebas de infiltración y Anexo D: Glosario de términos utilizados.

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.



5. BIBLIOGRAFÍA

ANALAB. 2010. Laboratorio Agrícola de Suelos, Plantas y Aguas. Asociación Nacional del Café – ANACAFÉ. Manual de Procedimientos. Versión 1. Guatemala. 100 p.

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.

_____. 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.

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.

_____. 2007. Manual de procedimientos para los levantamientos de suelos y tierras. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 10 p.

_____. 2007. Normas y Especificaciones de los Levantamientos de suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 62 p.

_____. 2007. Manual de Campo para los Levantamientos de Suelos y Tierras. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 163 p.

_____. 2007. Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. IGAC, Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 62 p.

_____. 2006. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. IGAC, Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. Sexta Edición. 648 p.

_____. 1995. Suelos de Colombia. IGAC, Subdirección de Agrología. Bogotá. 632 p.

_____. 1990. Propiedades Físicas de los Suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá. 813 p.

IGN (Instituto Geográfico Nacional Alfredo Obiols, GT). 1993. Mapa geológico general de la República de Guatemala. (Hoja Guatemala). Escala 1:250,000. Guatemala.

_____. 1970. Mapa geológico de la República de Guatemala. Escala 1:500,000. Guatemala, color.

INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1990. Aspectos generales del clima: el clima de Guatemala. Guatemala. 33 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.

_____. 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.

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.

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.

S.C.C.S (Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo). 1990. Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Bogotá. 324 p.

SOIL SURVEY STAFF. 2010. Keys to soil taxonomy. 11th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 333p.

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.

ZINCK, J. A. 1987. Aplicación de la geomorfología a los levantamientos de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 178 p.

Agradecimientos a:

Fotografías de textiles tipicos de Sacatepéquez
Lin Canola - Artesanías -

Diseño de portada y contraportada
Salvador Fuentes y Marco González, MAGA



Este libro es el resultado de un "levantamiento de suelos" en los que se identificó y clasificó los tipos de suelos existentes en el departamento de Sacatepéquez; los resultados fueron expresados en una leyenda de suelos y en el mapa respectivo que acompaña este documento.

A partir del mapa de suelos fueron derivadas las aplicaciones prácticas: el Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso, el Mapa de Intensidad de Uso y el Mapa de Zonificación de Tierras. Con estas informaciones actualizadas, el Ministerio de Agricultura pretende aumentar la productividad del agro, mejorar la conservación de los recursos naturales y contar con las herramientas básicas para iniciar un proceso de Ordenamiento Territorial en este departamento de la República de Guatemala.

Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra de la República de Guatemala.

Convenio de Cooperación No 43-2006 MAGA-IGAC.

Gobierno de Guatemala
Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

IGAC
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI