Gobierno de Guatemala
Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

IGAC
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI



Este libro es el resultado de un "Levantamiento de Suelos", proceso que consistió en un intenso trabajo de campo y de laboratorio que permitió conocer las características físicas, químicas y mineralógicas de los suelos del Departamento de Sololá.

Los suelos fueron clasificados taxonómicamente y se elaboró un Mapa de Suelos y mapas de aplicaciones prácticas: Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso que expresa claramente las vocaciones de los suelos; Mapa de Zonificación de Tierras que es el insumo básico para el proceso de Ordenamiento Territorial y mapas de diferentes variables que son importantes apoyos para mejorar el manejo de los suelos, conservar y restaurar su fertilidad y aumentar la productividad del sector agropecuario y forestal.

Convenio de Cooperación
43-2006 MAGA-IGAC

Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra de la República de Guatemala.

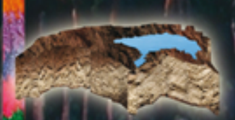
Escala
1:50,000

VOLUMEN I

Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sololá, Guatemala

DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE RIESGOS
-DIGEGR-

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI
-IGAC-



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 Sololá, Guatemala

VOLUMEN I



Convenio de Cooperación
No. 43-2006 MAGA- IGAC

Gobierno de Guatemala

REPÚBLICA DE COLOMBIA



Paxbán
El Mirador
Río Azul
Dos Lagunas
Carmelita
Paso Caballos
Tikal
El Naranjo
Lacandón
P E T É N
Melchor de Mencos
Belmopan
BELIZE
Flores
Santa Ana
La Libertad
San Francisco
Sayaxché
El Ceibal
Ixlun
Poptún
San Luis
Cancuén
Rubelsanto
Nentón
Barillas
Playa Grande
San Luis Ixcán
Soloma
Chisec
ALTA VERAPAZ
Cahabón
Modesto Méndez
Livingston
Puerto Barrios
IZABAL
Sánto Tomás de Castilla
El Estor
Uspantán
Santa Cruz Verapaz
Los Amates
Huehuetenango
Canillá
Santa Cruz del Quiché
Rabinal
Salamá
BAJA VERAPAZ
EL PROGRESO
Zacapa
La Unión
Cabanas
San Marcos
El Tumbador
Quetzaltenango
Sololá
L. de Atitlán
Chimaltenango
Guatemala
Jalapa
Chiquimula
Escuipulas
Monjas
El Progreso
Jutiapa
Escuintla
Tiquisate
Masagua
Cuilapa
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 Sololá, Guatemala

VOLUMEN I

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. / Arte & foto
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

Dirección de Coordinación Regional y Extensión Rural -DICORER- del MAGA
Administración General del MAGA

Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su entorno -AMSCLAE-
Dr. Iván Azurdia, Director AMSCLAE

Proyecto de Desarrollo Económico Rural de Sololá -PROSOL-
Licda. Gaby Bretton, Directora PROSOL

Asociación Vivamos Mejor
Dr. Eduardo Secaira Juarez, Director VIVAMOS MEJOR

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)	**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 2010)

LABORATORIOS DE SUELOS VINCULADOS AL PROYECTO		
Escuela Nacional Central de Agricultura. ENCA	Convenio No. 02-2012 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	
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 MARIA SALAMANCA
Director Departamento Nacional de Planeación, DNP

Dr. JUAN CARLOS PINZÓN BUENO
Ministro de Defensa Nacional

Dr. JUAN GABRIEL URIBE
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
Secretaría General / Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC

COMITE DE DIRECCIÓN

IVÁN DARÍO GÓMEZ GUZMÁN	Director General
MERCEDES VÁSQUEZ DE GÓMEZ	Secretaria General
JULIÁN SERNA GIRALDO	Subdirector de Agrología
FELIPE FONSECA FINO	Subdirector de Geografía y Cartografía
LUIS FERNANDO SANDOBAL	Subdirector de Catastro (E)
JAIR ORLANDO FAJARDO FAJARDO	Jefe Oficina Asesora de Planeación
MARCELA ABELLA PALACIOS	Jefe Oficina Asesora Jurídica
DORA INÉS REY MARTINEZ	Jefe Oficina Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica, CIAF
JORGE ARMANDO PORRAS BUITRAGO	Jefe Oficina Control Interno
HILDA YAMILE LOTA GUACHETÁ	Jefe Oficina de Informática y Telecomunicaciones
IVANNA NUSSIKA AGUDELO PADILLA	Jefe Oficina de Difusión y Mercadeo de Información
JORGE GRANADOS ROCHA	Asesor Dirección General
RODRIGO MORATO HERRERA	Asesor Dirección General
KAREN JULIETH BARRIGA	Asesora Dirección General
JOHANA TRUJILLO MOYA	Asesora de Comunicaciones

COORDINADOR DEL CONVENIO EN COLOMBIA

(Convenio 43-2006 IGAC - MAGA)

JULIÁN SERNA GIRALDO

DIRECTOR TÉCNICO

RICARDO FABIÁN SIACHOQUE BERNAL

PERSONAL TÉCNICO DEL IGAC VINCULADO A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

EDAFÓLOGOS:
Ricardo Fabián Siachoque Bernal
Libardo Antonio Burgos Revelo

LABORATORIO DE SUELOS
Jorge Alberto Sánchez Espinosa
Martha Lucia Carrascal Carrascal
Carlos Eduardo Pulido Roa
José Jairo Marulanda Salazar
Antonio José Patiño Escobar

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.

Creo que 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 Sololá 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, Infra-estructura 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 Sololá, así como a todas aquellas instituciones, profesionales y particulares que apoyaron la generación del Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sololá, 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 Sololá ha sido editado en dos volúmenes, el primer volumen contiene la información de contexto general que necesita saber sobre el departamento, o sea, la información biofísica, social y económica; asimismo, encontrará la información sobre la génesis de los suelos y su taxonomía; se completa este volumen con la Leyenda que acompaña el 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.

El volumen II incluye 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" o "Réplicas". La información se encuentra en formato digital y está ubicada en el Anexo B del Compact Disk que acompaña este documento. Asimismo en el Anexo D del CD indicado, se encuentra un Glosario de Términos que le puede ayudar a comprender los términos técnicos utilizados.



VOLUMEN I

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 4
1.5 ACTIVIDADES ECONÓMICAS 5
1.5.1 Actividad agrícola 5
1.5.2 Actividad ganadera 7
1.5.3 Actividad forestal 8
1.5.4 Actividad artesanal 9
1.5.5 Actividad turística 11
1.6 BIBLIOGRAFÍA 13

CAPITULO 2: ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL 15

2.1 GEOLOGÍA 15
2.1.1 La influencia tectónica 14
2.1.2 La geología del departamento de Sololá 16
2.1.3 Materiales geológicos identificados 17
2.1.3.1 Materiales geológicos mapa a escala 1:50,000 20
2.1.3.2 Materiales geológicos mapa a escala 1:250,000 26
2.1.4 Síntesis del aporte de la geología al estudio de suelos del departamento de Sololá 27
2.2 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS 28
2.2.1 Contexto del estudio geomorfológico 28
2.2.2 Paisaje de montaña volcano-erosional (M) 31
2.2.2.1 Tipo de relieve de estrato volcán 32
2.2.2.2 Tipo de relieve de domos 36
2.2.2.3 Tipo de relieve de filas y vigas 37
2.2.2.4 Tipo de relieve de lomas 37
2.2.2.5 Tipo de relieve de glacís 38
2.2.2.6 Tipo de relieve de mesas 38
2.2.2.7 Tipo de relieve de escarpes 39
2.2.2.8 Tipo de relieve de cañones y cañadas 39
2.2.2.9 Tipo de relieve de vallecitos 40
2.2.2.10 Tipo de relieve de reborde del lago 40
2.2.3 Paisaje de altiplano hidro-volcánico 41
2.2.3.1 Tipo de relieve de lomas 41
2.2.3.2 Tipo de relieve de terrazas 42
2.2.3.3 Tipo de relieve de cañones y cañadas 42
2.2.3.4 Tipo de relieve de vallecitos 43
2.2.3.5 Tipo de relieve de abanicos 43

CONTENIDO **PÁGINA**

2.2.4 Paisaje de piedemonte hidro-volcánico 44
2.2.4.1 Tipo de relieve de abanicos 44
2.2.4.2 Tipo de relieve de escarpes 45
2.2.4.3 Tipo de relieve de cañones y cañadas 46
2.2.5 Síntesis del aporte de la Geomorfología al estudio de los suelos del departamento de Sololá 46
2.3 ASPECTOS CLIMATICOS 47
2.3.1 Características climáticas 47
2.3.1.1 Temperatura 48
2.3.1.2 Humedad 48
2.3.1.3 Climadiagramas 48
2.3.2 Clasificación climática 51
2.3.2.1 Clima ambiental 51
2.3.2.2 Clima edáfico 52
2.4 HIDROLOGÍA 58
2.4.1 Descripción de las cuencas hidrográficas del departamento 58
2.4.1.1 Cuenca del Río Motagua 58
2.4.1.2 Cuenca del Lago de Atitlán 58
2.4.1.3 Cuenca del Río Nahualate 59
2.4.1.4 Cuenca del Río Madre Vieja 59
2.4.1.5 Cuenca del Río Sis-Ican 59
2.4.1.6 Cuenca del Río Samalá 59
2.4.2 Usos del recurso hídrico 59
2.5 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA 60
2.5.1 Descripción de los usos principales 61
2.5.2 Zonas de vida y los bosques del departamento 62
2.5.2.1 Bosque muy húmedo Montano Subtropical 62
2.5.2.2 Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical 63
2.5.2.3 Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical 63
2.5.2.4 Bosque muy húmedo Subtropical (cálido) 63
2.6 AMENAZAS NATURALES 64
2.6.1 Amenazas por sequías 64
2.6.2 Amenazas por heladas 65
2.6.3 Índice integrado de amenazas climáticas 66
2.6.4 Amenaza por deslizamientos 67
2.7 BIBLIOGRAFÍA 69

CAPITULO 3: GÉNESIS, TAXONOMÍA Y CARTOGRAFÍA DE LOS SUELOS 71

3.1 INTRODUCCIÓN 71
3.2 GÉNESIS 71
3.2.1 Factores de formación del suelo 71
3.2.1.1 Material parental 72
3.2.1.2 Relieve 80
3.2.1.3 Clima 81
3.2.1.4 Organismos 82
3.2.1.5 Tiempo 83
3.2.2 Procesos formadores del suelo 84

CONTENIDO **PÁGINA**

3.2.2.1 Procesos generales....84
3.2.2.2 Procesos específicos....89
3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS....91
3.3.1 Clasificaciones taxonómicas....91
3.3.1.1 Categorías del sistema de clasificación....92
3.3.1.2 Horizontes diagnósticos....93
3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS CLASIFICADOS....94
3.4.1 Andisoles....97
3.4.2 Inceptisoles....98
3.4.3 Molisoles....98
3.4.4 Entisoles....99
3.4.5 Sin suelo....100
3.4.6 Síntesis de los suelos presentes en el departamento de Sololá....100
3.5 CARTOGRAFÍA DE SUELOS....100
3.6 BIBLIOGRAFÍA....104

CAPITULO 4: LEYENDA DE SUELOS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS....105

4.1 INTRODUCCION....105
4.2 LEYENDA DE SUELOS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y SUS FASES....105
4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y SUS COMPONENTES TAXONÓMICOS....138
4.3.1 Suelos del paisaje de montaña volcano-erosional (M)....139
4.3.1.1 Consociación Pecul (MDA)....143
4.3.1.2 Consociación Tolimán (MDB)....149
4.3.1.3 Consociación Chiquix (MDC)....156
4.3.1.4 Consociación Atitlán (MJA)....163
4.3.1.5 Consociación La Horqueta (MJB)....170
4.3.1.6 Consociación Churruneles (MJC)....176
4.3.1.7 Consociación Siete Cruces (MJD)....183
4.3.1.8 Consociación Xepatán (MJE)....189
4.3.1.9 Consociación Miramar (MJF)....196
4.3.1.10 Consociación María Tecún (MJG)....202
4.3.1.11 Consociación Cerro Paerá (MJH)....208
4.3.1.12 Consociación Monte Los Olivos (MJI)....216
4.3.1.13 Consociación Alaska (MJJ)....222
4.3.1.14 Consociación Xejaxac (MJK)....228
4.3.1.15 Consociación Buena Vista (MJL)....234
4.3.1.16 Grupo Indiferenciado Río Pixabaj (MJM)....241
4.3.1.17 Consociación Barberena Oyak (MJN)....251
4.3.1.18 Consociación Paquixtán (MSA)....256
4.3.1.19 Consociación San Pedro (MSB)....263
4.3.1.20 Consociación Chirijmay (MSC)....270
4.3.1.21 Consociación Chiguarabal (MSD)....277
4.3.1.22 Consociación Pacamán (MSE)....284

CONTENIDO **PÁGINA**

4.3.1.23 Asociación Tzumajul (MSF) 290
4.3.1.24 Consociación Cerro La Cruz (MSG) 300
4.3.1.25 Consociación EFA-Sololá (MSH) 304
4.3.1.26 Consociación Pachitur (MSI) 311
4.3.1.27 Consociación Xepec (MSJ) 319
4.3.1.28 Consociación San Andrés Semetabaj (MSK) 324
4.3.1.29 Consociación Sansquim (MSL) 332
4.3.1.30 Consociación Chuacruz (MSM) 338
4.3.1.31 Complejo Xecotoj (MSN) 344
4.3.1.32 Consociación Panajachel (MSO) 354
4.3.1.33 Grupo indiferenciado Las Canoas (MSP) 360
4.3.1.34 Consociación Sabalpop (MSQ) 369
4.3.1.35 Consociación Tajancarón (MSR) 375
4.3.1.36 Consociación Valle Primavera (MSS) 380
4.3.1.37 Consociación Cerro de Oro (MQA) 387
4.3.1.38 Consociación Tzantziapa (MQB) 393
4.3.1.39 Grupo Indiferenciado Chichivoy (MQC) 401
4.3.1.40 Complejo Santa Cruz La Laguna (MQD) 411
4.3.1.41 Consociación Panaranjo (MQE) 420
4.3.1.42 Consociación Tzampetey (MQF) 426
4.3.1.43 Consociación Naranjales (MQG) 433
4.3.1.44 Complejo Palopó (MQH) 438
4.3.1.45 Consociación San Gabriel (MQI) 448
4.3.1.46 Grupo Indiferenciado Mirador Agua Escondida (MQJ) 454
4.3.1.47 Consociación El Jaibal (MQK) 464
4.3.1.48 Consociación Bahía de Santiago (MQL) 470
4.3.1.49 Consociación Antigua Tierra Santa (MBA) 476
4.3.1.50 Consociación Santiago Atitlán (MBB) 483
4.3.1.51 Consociación El Salvador (MBC) 490
4.3.1.52 Consociación Pampojilá (MBD) 495
4.3.1.53 Consociación Antigua Santa Catarina (MBE) 501
4.3.1.54 Consociación Pacaibal (MBF) 508
4.3.1.55 Consociación Pasajquim (MBG) 514
4.3.1.56 Consociación Reservas de Santo Tomás (MOA) 520
4.3.1.57 Consociación Nueva Providencia (MOB) 527
4.3.1.58 Consociación Metzabal (MOC) 533
4.3.1.59 Consociación Santa Teresa (MOD) 540
4.3.1.60 Consociación La Providencia (MOE) 545
4.3.1.61 Consociación Pasac (MOF) 552
4.3.1.62 Consociación Chipacay (MOG) 558
4.3.1.63 Consociación Chirijmasá (MOH) 564
4.3.1.64 Consociación Santa Anita (MOI) 569
4.3.1.65 Consociación La Torre (MCA) 575
4.3.1.66 Grupo Indiferenciado Río Tamalaj (MCB) 581
4.3.1.67 Grupo Indiferenciado Cascadas de Nicá (MCC) 595
4.3.1.68 Grupo Indiferenciado Cerro Patzunoj (MCD) 604
4.3.1.69 Consociación Monte Quiná (MYA) 618



CONTENIDO **PÁGINA**

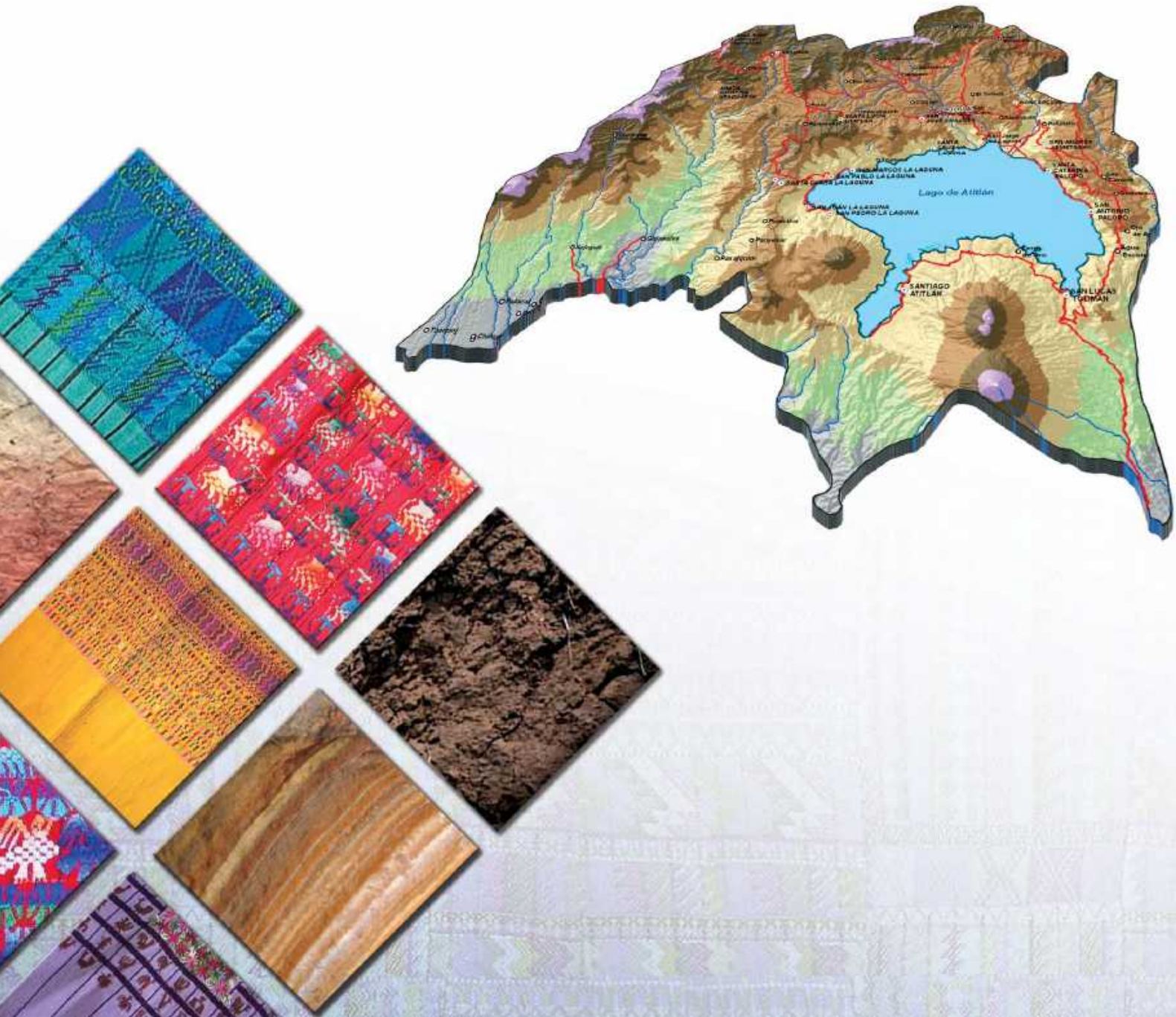
4.3.2 Suelos del paisaje de Altiplano hidro-volcánico (A)....623
4.3.2.1 Consociación San José Chacayá (AJA)....626
4.3.2.2 Consociación Nahualá (AJB)....633
4.3.2.3 Consociación Chirijox (AJC)....639
4.3.2.4 Consociación Santa Lucía Utatlán (AJD)....645
4.3.2.5 Consociación Argueta (AJE)....652
4.3.2.6 Consociación Río Nahualate (AJF)....658
4.3.2.7 Consociación Las Canoas Altas (ASA)....664
4.3.2.8 Consociación Santa María Visitación (ASB)....670
4.3.2.9 Consociación Las Cruces (ASC)....676
4.3.2.10 Consociación Cerritos (ASD)....683
4.3.2.11 Consociación Secún (ASE)....690
4.3.2.12 Consociación Las Canoas Bajas (ASF)....696
4.3.2.13 Grupo Indiferenciado Tzucubal (ACA)....701
4.3.3 Suelos del paisaje de piedemonte hidro-volcánico (P)....711
4.3.3.1 Consociación Reserva Pachut (PQA)....714
4.3.3.2 Consociación Cacahuate (POA)....720
4.3.3.3 Consociación Totolyá (POB)....726
4.3.3.4 Consociación Nueva Vida (POC)....733
4.3.3.5 Consociación La Ceiba (PYA)....739
4.3.3.6 Consociación Ixtacapa (PYB)....745
4.3.4 Áreas de No Suelos....751
4.3.4.1 Consociación Áreas Misceláneas de Tierras de Ceniza (TC)....751
4.3.4.2 Consociación Áreas Misceláneas Erosionadas (ME)....752
4.3.4.3 Consociación Áreas Misceláneas de Depósitos de Cauce (DC)....753
4.3.4.4 Cuerpo de Agua-Lago de Atitlán (CA)....754

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 Sololá está localizado en la región occidental del país, su cabecera departamental se sitúa a 140 kilómetros de la ciudad de Guatemala, que es la capital del país (ver ubicación en la Figura 1.1). La mayor parte del territorio departamental se encuentra ubicado en la Sierra Madre, posee varios paisajes característicos: en el paisaje de "montaña" destacan los volcanes de Atitlán (3,537 msnm), Tolimán (3,158 msnm) y San Pedro (3,020 msnm), que forman parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico. Los otros paisajes representativos, son el paisaje de "altiplano" en los sectores norte-centro y noroeste del departamento y el paisaje de "piedemonte", con mayor representatividad en el sector suroeste, en la zona limítrofe con el departamento de Suchitepéquez.

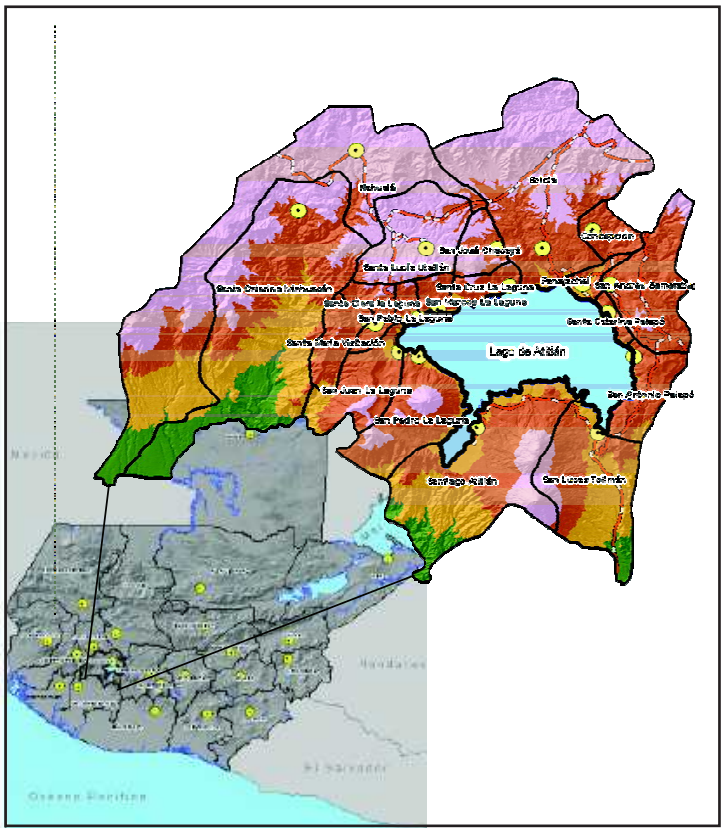


Figura 1.1 Localización del departamento de Sololá
Fuente: UPGGR, MAGA, 2010

Esta unidad político administrativa ocupa una extensión territorial incluyendo el lago de Atitlán de 1,166.80 km² (según el diccionario geográfico del Instituto Geográfico Nacional), limita al norte con los departamentos de Totonicapán y Quiché, al sur con Suchitepéquez, al este con Chimaltenango, al oeste con Suchitepéquez y Quetzaltenango.

Los climas son variados, al sur del departamento y por la influencia de la Planicie Costera del Pacífico presenta un clima semicálido, en la medida que se asciende hacia las zonas más elevadas, los climas se transforman en templados, semifrío y muy frío, mientras que en las cimas volcánicas se alcanza la categoría de clima extremadamente frío, con diferentes categorías de humedad.

Respecto al sistema hidrográfico hay dos vertientes en el departamento, la Vertiente del Océano Pacífico (la cual contiene la mayoría de las aguas que drenan en el departamento) y la Vertiente del Mar Caribe (ubicada hacia al norte, la cual contiene en menor cantidad el agua del departamento). Posee seis cuencas que son: la Cuenca del Lago de Atitlán, los ríos Nahualaté, Madre Vieja, Sís Icán y Samalá (drenan sus aguas hacia el Océano Pacífico), mientras que la cuenca del río Motagua que se ubica al norte del departamento, es la única que drena hacia el Mar Caribe.

1.2 DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

Con base a la Ley Preliminar de Regionalización (Decreto 70-86), el país se divide en 8 regiones y la denominada región "Suroccidental" está conformada por los departamentos de Sololá, Retalhuleu, San Marcos, Suchitepéquez, Totonicapán y Quetzaltenango. Administrativamente, el departamento está dividido en 19 municipios, con la codificación y nombres que se muestran en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.1 División político-administrativa a nivel municipal

Código	Nombre	Superficie	
		km²	%
701	Sololá	151.88	13.0%
702	San José Chacayá	15.84	1.4%
703	Santa María Visitación	20.83	1.8%
704	Santa Lucía Utatlán	51.24	4.4%
705	Nahualá	186.84	16.0%
706	Santa Catarina Ixtahuacán	190.41	16.2%
707	Santa Clara La Laguna	14.41	1.2%
708	Concepción	15.03	1.3%
709	San Andrés Semetabaj	53.15	4.6%
710	Panajachel	7.75	0.7%
711	Santa Catarina Palopó	4.75	0.4%
712	San Antonio Palopó	26.21	2.2%
713	San Lucas Tolimán	73.94	6.3%
714	Santa Cruz La Laguna	11.31	1.0%
714	San Pablo La Laguna	6.16	0.5%
716	San Marcos La Laguna	9.22	0.8%
717	San Juan La Laguna	37.30	3.2%
718	San Pedro La Laguna	50.83	4.4%
719	Santiago Atitlán	116.30	10.0%
Lago		123.40	10.6%
Total		**1,166.80**	**100.0**

Fuente: IGN, 1978.

1.3 POBLACIÓN

Del total de la población del departamento el 96% es de origen indígena, principalmente de las etnias K'iché, Tz'utujil y Cakch'iquel. En la Figura 1.2 se muestra parte de la población y las actividades comerciales en uno de los mercados locales.



Figura 1.2 Mercado del municipio de Sololá, Sololá (Foto: C. García, 2010)

El Censo Nacional de Población del año 2002 (INE, 2003), así como las proyecciones de crecimiento para el año 2010, realizado por el Instituto Nacional de

Estadística (INE, 2006), indican que el estimado de la población al año proyectado fue de 424,068 habitantes; constituida por 214,721 mujeres y 209,347 hombres. La mayor parte de la población está ubicada en el área rural con 213,072 habitantes correspondiente al 50.2% del total, mientras que 210,996 habitantes constituyen el 49.8% de la población urbana.

El detalle de la distribución de la población por municipio se muestra en el Cuadro 1.2 a continuación.

Cuadro 1.2 Distribución de la población a nivel municipal

Municipio		Total	Hombre	Mujeres	indígena	No Indigenas	Urbano	Rural
701	Sololá	107,646	52,153	55,493	101,632	6,014	42,720	64,926
702	San José Chacayá	4,172	2,026	2,146	3,984	188	955	3,217
703	Santa María Visitación	2,478	1,276	1,200	2,435	43	1,951	527
704	Santa Lucia Utatlán	23,260	11,748	11,512	22,683	577	1,699	21,561
705	Nahualá	64,000	31,483	32,517	63,982	18	25,103	38,897
706	Santa Catarina Ixtahuacán	48,828	24,604	24,224	48,807	21	13,911	34,917
707	Santa Clara La Laguna	9,342	4,739	4,603	9,296	46	6,783	2,559
708	Concepción	6,244	2,987	3,257	6,244	0	3,986	2,258
709	San Andrés Semetabaj	12,443	6,070	6,373	11,528	915	3,377	9,066
710	Panajachel	16,206	8,024	8,182	11,610	4,596	14,516	1,690
711	Santa Catarina Palopó	5,091	2,450	2,641	5,057	34	3,480	1,611
712	San Antonio Palopó	12,830	6,323	6,507	12,130	700	4,814	8,016
713	San Lucas Tolimán	28,662	14,354	14,308	26,785	1,877	17,966	10,696
714	Santa Cruz La Laguna	6,713	3,351	3,362	6,647	66	1,852	4,861
714	San Pablo La Laguna	7,165	3,681	3,484	7,156	9	7,165	0
716	San Marcos La Laguna	3,891	1,785	2,106	3,788	103	3,187	704
717	San Juan La Laguna	10,552	5,304	5,248	10,516	36	5,936	4,616
718	San Pedro La Laguna	10,984	5,477	5,507	10,804	180	10,984	0
719	Santiago Atitlán	43,561	21,509	22,052	42,768	793	40,611	2,950
Total		**424,068**	**209,347**	**214,721**	**407,852**	**16,216**	**210,996**	**213,072**

Fuente: INE, 2006.

La densidad promedio de la población es de 406 habitantes por kilómetro cuadrado, una de las tasas más altas del país, ya que duplica la tasa promedio nacional que es de 132 habitantes/km^2. La tasa de crecimiento anual de la población es superior al promedio nacional, ya que se sitúa en el orden del 3.98%. 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 17.4 años.

La fórmula se muestra a continuación[1]:

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

Donde:

[1] r = 2/8 * [424,068 – 307,661 /424,068 + 307,661] * 100
r= 3.98%
t= [0.69315/3.98]*100
t= 17.4 años

r = indica el crecimiento anual de la población en porcentaje
t = es el intervalo de años transcurridos entre N0 y Nt
$\mathbf{N^0}$ = 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:

T: [0.69315/r]*100

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

La tasa de crecimiento anual de la población y la densidad promedio de 406 habitantes por kilómetro cuadrado (según los datos indicados por el INE, 2006), indican una tendencia clara hacia la sobrepoblación. El aumento de la población está afectando el equilibrio de los ecosistemas y esto se observa en la deforestación, erosión, contaminación de mantos acuíferos y otros aspectos negativos.

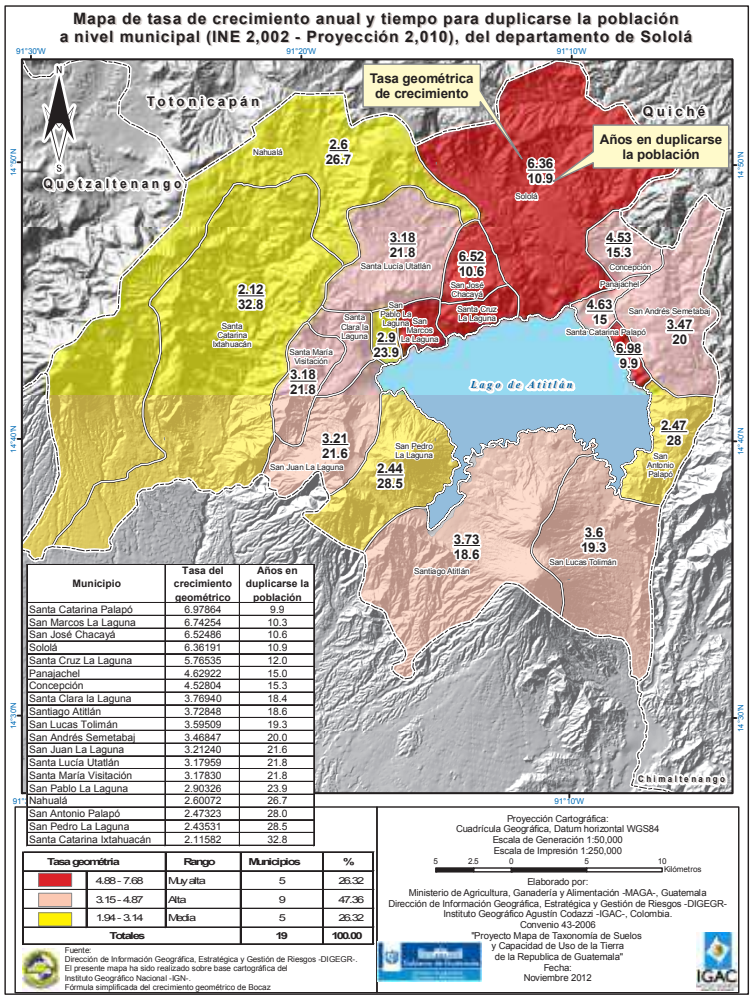


Figura 1.3 Mapa de tasa de crecimiento anual a nivel municipal del departamento de Sololá

1.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN

La principal vía de comunicación es la Carretera Interamericana CA-1 que atraviesa la zona norte del departamento, esta carretera une las fronteras entre México y El Salvador y luego de atravesar el departamento se dirige a la ciudad Capital; a lo interno el departamento cuenta con la ruta nacional No. 1, que a partir del entronque denominado Los Encuentros llega hasta la cabecera municipal de Santa Catarina Palopó, así como la ruta No. 11 que comunica las cabeceras departamentales de Concepción y San Lucas Tolimán. Además se dispone de varias rutas departamentales que comunican entre sí, las 19 cabeceras municipales; según la base geográfica y digital del Instituto Geográfico Nacional, el departamento cuenta con un total de 1,901 kilómetros de carreteras, de las cuales 251 kilómetros son vías asfaltadas (de una y dos vías), 1,424 kilómetros de terracería, los restantes 226 kilómetros se dividen en calles en áreas urbanas, rodera y senderos.

1.5 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Las principales fuentes de ingresos económicos del departamento de Sololá se basan en la agricultura y turismo.

Según el mapa de uso actual de la tierra del departamento de Sololá escala 1:50,000 (MAGA, 2011), en lo referente a la parte agrícola la mayoría de los municipios en el departamento, se dedican a la producción de cultivos agrícolas, para el consumo de alimentos de la población (por el alto índice de crecimiento poblacional) y otros para su comercialización a nivel local o regional. A su vez el departamento cuenta con el Lago de Atitlán, actualmente el tercer destino turístico nacional, con influencia sobre los otros municipios, por lo que el turismo es una actividad de mucha importancia económica para los pobladores del departamento ya que dispone de abundante belleza natural tal como diversos parques ecológicos, áreas protegidas, fincas ecoturísticas y otros, en torno al cual existe una infraestructura turística famosa a nivel mundial (INGUAT, 2011).

La descripción de estas actividades se realiza a continuación.

1.5.1 Actividad agrícola

De acuerdo con el Censo Agropecuario Nacional del año 2003 realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), la producción total en volumen para el departamento es equivalente a 1.78 millones de quintales de diversos productos, mostrándose los mismos en el Cuadro 1.3 y un resumen porcentual por rubros en la Figura 1.3.

Cuadro 1.3 Volumen de producción agrícola del departamento de Sololá

Productos agrícolas		Volumen de producción	
		Quintales (qq)	%
Granos básicos	Fríjol negro	13,709	0.8%
	Fríjol de otros colores	1,331	0.1%
	Maíz amarillo	105,679	5.9%
	Maíz blanco	220,949	12.4%
	Maíz de otros colores	3,829	0.2%
Frutales	Aguacate	58,011	3.3%
	Banano	437,646	24.5%
Hortalizas	Cebolla	38,318	2.2%
	Papa	83,036	4.7%
	Repollo	43,740	2.5%
	Zanahoria	90,367	5.1%
Café		478,295	26.7%
Hule		45,201	2.5%
Flores y ornamentales		44,216	2.5%
Otros		117,487	6.6%
Total		**1,781,814**	**100.0%**

Fuente: INE, 2003.

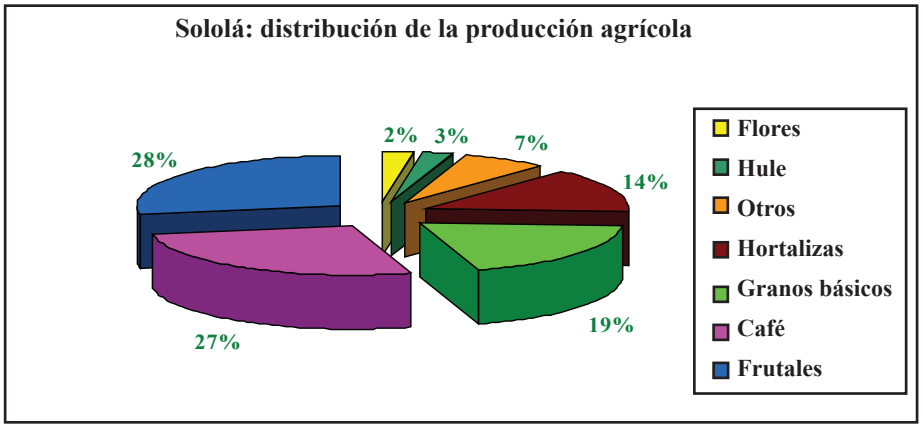


Figura 1.4 Distribución de la producción agrícola del departamento de Sololá (INE, 2003)

De acuerdo a lo presentado en la Figura 1.4, así como a los análisis contenidos en el documento Diagnóstico de la Región Occidente de Guatemala (MAGA, 2011), una descripción de los rubros de producción son los siguientes:

- **Frutales:** apunta el 28% de la producción agrícola del departamento, las principales variedades frutales cultivadas son: aguacate y banano. Aunque son cultivos importantes para el mercado local y mercado a nivel nacional, la producción generalmente se realiza a nivel de huerto familiares y no en plantaciones monoespecíficas.

- **Café:** la producción de café cereza alcanza el 27% del total de producción agrícola departamental, distribuyéndose principalmente las áreas de cultivo en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán, Nahualá, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna y San Antonio Palopó. Desde el punto de vista de la calidad del café producido en el país y sus aportes a la economía, el producido en Sololá es importante ya que se constituye como uno de los 8 cafés regionales del país, bajo la denominación "Atitlán tradicionales" (ANACAFÉ, 2011).

- **Granos básicos:** representan el 19% de la producción local y los de mayor importancia son: el maíz blanco y de otros colores que constituyen el 12% del total de la producción, maíz amarillo con el 6% del total, el frijol negro y de otros colores representan menos de 1% del total. La producción de granos básicos se considera una de las principales actividades agrícolas dentro del departamento, ya que se relacionan con la base de la seguridad alimentaria local.

- **Hortalizas:** alcanzan el 14% de la producción agrícola departamental, principalmente se cultivan zanahoria, repollo, cebolla y papa, entre otras hortalizas, las cuales tienen como destino el mercado regional, nacional e internacional (principalmente el de El Salvador). Las hortalizas de mayor relevancia son: la zanahoria en un 5.1% del total de la producción, los municipios en donde se producen son: Sololá, Concepción y San Andrés Semetabaj; la papa con un total de 4.5% del total se produce en los municipios de Sololá, Concepción, San Andrés Semetabaj, San José Chacayá.

Por otra parte, de acuerdo al documento del mapa de uso actual del departamento de Sololá (MAGA, 2011) existen a la fecha un total de 3,636 hectáreas habilitadas recientemente con cultivos de arveja china, arveja dulce, arveja de grano, ejote francés, haba, durazno, melocotón y café orgánico, establecidos en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá, Nahualá, San Lucas Tolimán, San Pedro La Laguna, Santa Clara La Laguna, San Juan La Laguna y Nahualá; cuyas producciones están siendo

absorbidas por las empresas agroexportadoras siguientes: San Juan Agroexport, SIESA, cooperativas Cuatro Pinos y Nahualá. La expansión de los cultivos de hortalizas indicadas tiene como destino los mercados de Bélgica y Holanda principalmente, mientras que los frutales y el café buscan abastecerse el mercado nacional y centroamericano.

1.5.2 Actividad ganadera

Según el censo agropecuario del año 2003, la actividad ganadera del departamento está representada por un hato ganadero de los tipos ovino (2,212), bovino (1,871 cabezas), caprino (818) y porcino (511); el cual debido a las condicionantes climáticas y de orografía no es muy abundante y es equivalente únicamente al 0.2% del hato nacional.

La distribución porcentual del hato ganadero departamental se muestra en la Figura 1.5.

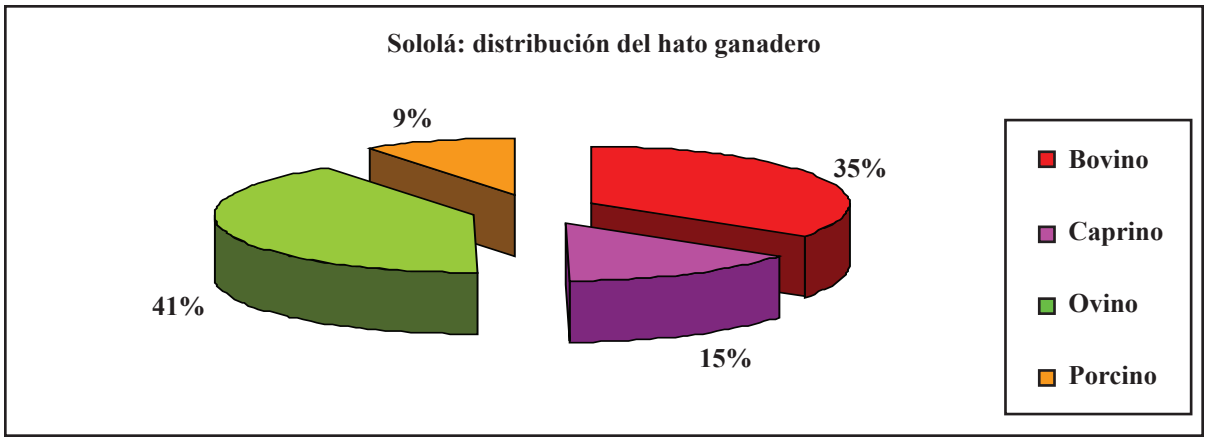


Figura 1.5 Distribución de la producción ganadera del departamento de Sololá (INE, 2003)

De acuerdo con lo mostrado en la Figura 1.5, el ganado ovino es el preponderante y por ende el departamento es uno de mayores productores de lana a nivel nacional, la cual en la mayoría de casos se utiliza localmente para la manufactura de artesanías textiles. En la Figura 1.6 se muestra un ejemplo del pastoreo de ovinos en el municipio de Nahualá.



Figura 1.6 Pastoreo de ovejas, municipio de Nahualá (Foto: C. García 2010)

1.5.3 Actividad forestal

Como lo indica el mapa de cobertura vegetal y uso actual de la tierra (MAGA, 2011) mostrado en la Figura 2.43 del Capítulo II, el departamento cuenta con una superficie forestal equivalente al 35.49% del área total del departamento, con los tipos de bosque mixto (21.57%), latifoliado (12.41%) y conífero (1.48%).

El Cuadro 1.4 muestra los datos de aprovechamiento forestal realizado por fincas privadas localizadas dentro de las áreas protegidas, autorizados por CONAP durante el período 2002 -2010.

Cuadro 1.4 Volumen de aprovechamiento forestal (m³) realizado en fincas privadas dentro de áreas protegidas, Sololá

Año	Superficie aprovechada (ha)	Volumen Troza (m³)	Volumen Leña (m³)	Volumen Total (m³)
2002	9.34	2,394	731	3,125
2003	21.64	3,864	1,082	4,946
2004	13.63	1,925	462	2,387
2005	12.85	1,529	408	1,937
2006	3.5	357	119	476
2007	0.97	878	76	954
2008	2.46	0	98	98
2009	17.31	1,808	910	2,718
2010	0.90	80	20	100

Fuente: SIFGUA, 2011.

El aprovechamiento forestal fuera de las áreas protegidas (autorizados por CONAP), se presentan únicamente para el aprovechamiento denominado por INAB "exento de licencia" y autorizado por este, principalmente para los calificados como "consumo familiar, descombre de café y plantaciones por incentivos", siendo los volúmenes aprovechados por el período 2006-2010 los presentados en el Cuadro 1.5.

Cuadro 1.5 Volumen de aprovechamiento forestal (m³) realizado en propiedades fuera de áreas protegidas, del tipo Exento de Licencia, Sololá

Año	Volumen Total Aprovechado (m³)
2006	3,216
2007	7,506
2008	8,706
2009	4,465
2010	4,305

Fuente: SIFGUA, 2011.

Las actividades forestales dan soporte a la economía del departamento, las actividades de conservación del bosque y el crecimiento de la cobertura promueve las actividades relacionadas con el ecoturismo. Mientras que las áreas bajo aprovechamiento y los volúmenes maderables aprovechados lícitamente, son bastante bajos, por lo que no son un eje fundamental en la economía del departamento.

1.5.4 Actividad artesanal

Según el Proyecto Desarrollo Económico-Rural del departamento de Sololá (CECI, SOCODEVI, 2006), la producción de las artesanías no es una fuente principal de ingresos para los artesanos, ya que aproximadamente el 58% de los y las artesanas, toman la producción de las artesanías como una fuente de ingreso adicional, la cual corresponde a menos del 50% de los ingresos de la familia.

Las artesanías que se producen dentro del departamento son en su mayoría de tipo artesanal, entre las que se mencionan: textil (lana y algodón), cerámica tradicional de barro cocido, cestería, jarcia (se extrae de las pencas de Maguey, con el cual se elaboran morrales, lazos, hamacas, redes, etc); madera (muebles, máscaras y juguetes), escobas de palma, cerería, cuero, teja-ladrillo de barro y tul.

De acuerdo con la Figura 1.7, el departamento ocupa el 2º lugar a nivel nacional en mano de obra artesana (CECI, 2006). En forma individual, los artesanos han ido desarrollando sus productos, buscando crear espacios de venta y nuevos mercados, participando en ferias y festivales.

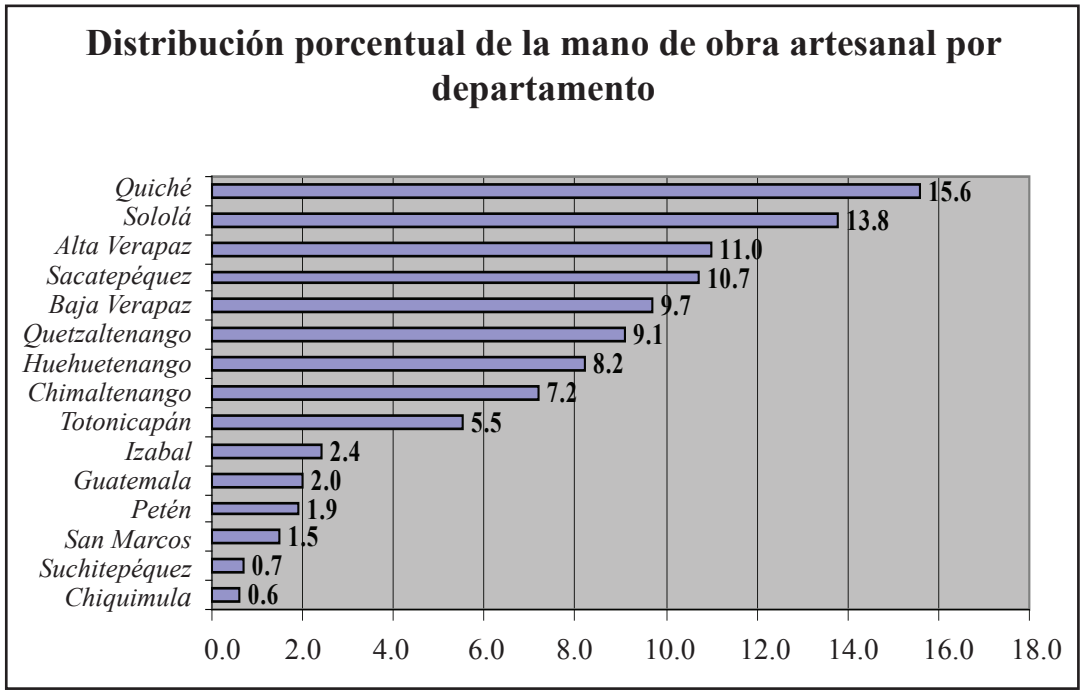


Figura 1.7 Distribución de la mano de obra artesanal en el país, (CECI. 2006)

Las artesanas y artesanos guatemaltecos trabajan con comerciantes pequeños, comerciantes grandes, cooperativas, asociaciones o como productores independientes, produciendo y vendiendo artesanías por sus propios medios y en algunos casos en sus propias tiendas. El de los comerciantes grandes es el grupo más pequeño en número de miembros, pero el más grande en términos de valor de ventas.

Una de las principales atracciones turísticas en lo referente a las actividades artesanales es la elaboración de pintura naif, la cual se desarrolla principalmente en los municipios de Santiago Atitlán, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna y Panajachel.

Por otra parte, con base en los tipos de artesanías producidos en el departamento, en el Cuadro 1.6 se muestra la distribución geográfica de la producción a nivel municipal, de acuerdo al tipo de artesanía.

Cuadro 1.6 Distribución geográfica de las artesanías producidas en el departamento de Sololá

Tipo de Artesanía	Municipios donde se manufactura
Textiles de lana y algodón	Nahualá
Textiles de algodón	Sololá, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Lucía Utatlán, San José Chacayá, Panajachel, Concepción, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina Palopó, Santa María Visitación, Santa Clara La Laguna, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna, Santa Cruz La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán y San Antonio Palopó
Cerámica tradicional (barro cocido)	**Santiago Atitlán**
Cestería	Santa Catarina Ixtahuacán, Concepción, San Andrés Semetabaj, Santa María Visitación, Santa Clara La Laguna, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna, San Juan La Laguna, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán
Jarcia	Sololá, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna, Santa Cruz La Laguna, San Juan La Laguna y San Pedro La Laguna
Muebles de madera	Nahualá, Sololá, Santa Lucía Utatlán, Panajachel, Concepción, San Andrés Semetabaj, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán y San Antonio Palopó
Muebles, máscaras y juguetes	Santa Catarina Ixtahuacán
Escobas de palma	Sololá y Santiago Atitlán
Cerería	Sololá, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa María Visitación, Santa Clara La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán
Cuero	Nahualá, Sololá, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Lucía Utatlán, Panajachel, San Andrés Semetabaj, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán
Teja de barro	Nahualá, Sololá, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Lucia Utatlán, San José Chacayá, Concepción, Panajachel, San Andrés Semetabaj, San Juan La Laguna y San Pedro La Laguna
Ladrillo de barro	Sololá, Santa Lucía Utatlán, San José Chacayá, Panajachel y San Andrés Semetabaj
Tul	Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna, Santa Cruz La Laguna, San Juan La Laguna, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán y San Antonio Palopó, Laguna, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán.

Fuente: MCD-OEA, 1990.

De acuerdo con el cuadro anterior, la principal actividad artesanal es la textil; ella se desarrolla en los 19 municipios del departamento. Esta, debido a la diversidad étnica presente y los volúmenes de producción generados, dispone de una variada oferta de productos (prendas de vestir, bolsas y otros accesorios) que abastece los mercado turístico local, nacional e internacional; así como mucha de la demanda nacional de prendas típicas.

1.5.5 Actividad turística

La actividad turística en Sololá, es una importante fuente para el desarrollo económico del departamento, según los datos obtenidos por el Instituto Guatemalteco de Turismo -INGUAT- los 10 lugares del país más visitados por turistas nacionales y extranjeros 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%). El ingreso de visitantes y divisas percibidas durante el período 2007 al 2010 se muestra en la Figura 1.8, donde se observa el incremento promedio anual que se estima en 4.86% y 4.76%, respectivamente.

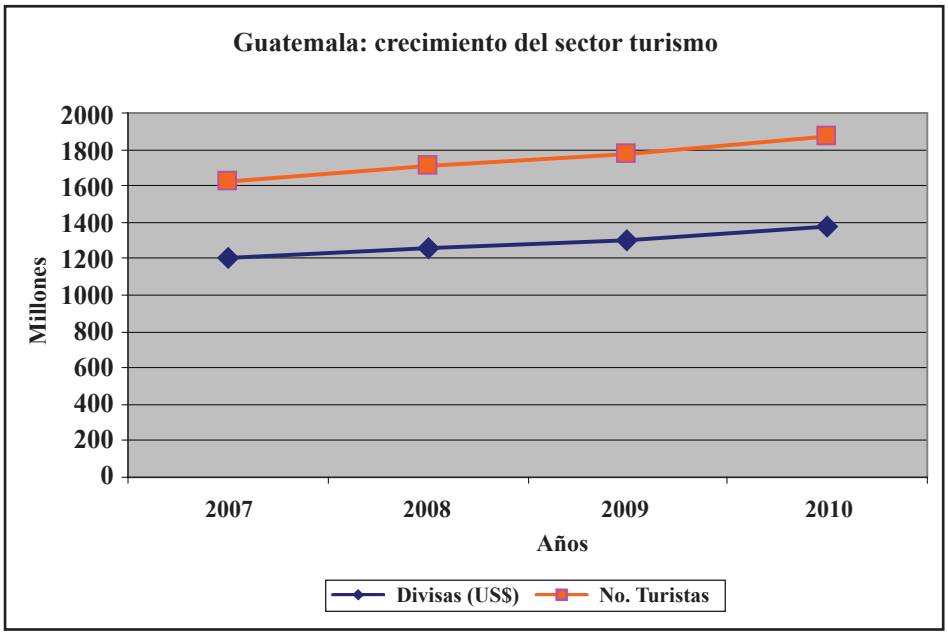


Figura 1.8 Crecimiento del sector turismo durante el peródo 2007 - 2010

El departamento de Sololá, forma parte de un importante sistema para el desarrollo del turismo a nivel nacional, ya que integra parte de lo que el INGUAT ha denominado Sistema Altiplano Indígena Vivo, que mezcla la cultura viva con la aventura natural. Las principales atracciones turísticas del departamento, están distribuidas en todos los municipios; aunque uno de los puntos con mayor afluencia turística es el municipio de Panajachel, como puerta principal al lago de Atitlán, aquí se concentra la mayor cantidad de servicios hoteleros, embarcaciones, muelles, restaurantes y diversas atracciones turísticas que le dan un mayor realce al sector.



Figura 1.9 Panorámica del Lago de Atitlán, al costado izquierdo se aprecia el municipio de Panajachel (Foto: C. García 2010)

El turismo que se dirige al lago de Atitlán, presenta un crecimiento significativo del 20% anual, actualmente la actividad turística se ha incrementado en los municipios de Santiago Atitlán y San Pedro La Laguna y en menor escala hacia otros pueblos, que ofrecen además de los servicios hoteleros diversos lugares en donde se distribuye parte de la artesanía elaborada por los pobladores que habitan alrededor del Lago y atractivos enfocados al ecoturismo.

Según estudios realizados localmente por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-, basados en la capacidad hotelera de la región y el porcentaje de ocupación, las poblaciones al oeste y suroeste del lago como San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna y Santa Cruz La Laguna, se están convirtiendo en destino turístico para los visitantes que ingresan por Panajachel; estimándose que cerca de 50,000 turistas visitan estos pueblos cada año. Las principales atracciones son:

- La Catedral colonial y el mercado del municipio de Sololá, son importantes ya que ha adquirido categoría de ciudad y sus pobladores se dedican a la elaboración de tejidos, muebles de madera, tejas y ladrillos de barro.

- Panajachel es el punto turístico más visitado, funciona como centro de operaciones y de conexión para la visita a otros pueblos del Lago de Atitlán, así como hacia otros lugares turísticos dentro de la región.

- Santa Catarina Palopó se caracteriza por ser el sitio destinado a casas de descanso y hoteles por su cercanía a Panajachel, así como su vista al lago y los volcanes. Uno de sus atractivos es el traje típico usado por sus pobladores.

- San Antonio Palopó se localiza en un punto donde se cruzan los caminos para llegar a otros mercados importantes como el de Chichicastenango, Patulul y Tecpán.

- San Lucas Tolimán es un sitio prehispánico de tradición comercial por su conexión con la costa sur, por lo que posee un mercado local importante.

- Santiago Atitlán es el más grande y tradicional de los pueblos en la orilla del lago. Se caracteriza por sus pintores, talladores y tejedoras.

- San Pedro La Laguna es un pueblo comerciante. Sus pobladores adoptaron el telar de pie y se dedican a la elaboración de telas típicas usando la técnica del jaspe.

1.6 BIBLIOGRAFÍA

ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT). 2011. Regiones cafetaleras de Guatemala. Consultado julio 2011. Disponible en http://www.anacafe.org/Portal/Home.aspex?secid=9

CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 2003. Plan maestro de la reserva de uso múltiple Cuenca del Lago de Atitlán y departamento de Sololá, 2007-2007. Guatemala, CONAP, Documento Técnico 56 (04-2007). 275 p.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, GT. 1986. Decreto número 70-1986: Ley preliminar de regionalización. Guatemala, 2 p.

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). 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/SESAN. 2011. Diagnóstico de la región occidente de Guatemala. En prensa.

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo. 2011. Mapa de uso actual del departamento de Sololá, a partir de ortofotos a escala 1:15,000 y obtenido a través de talleres con expertos locales municipales. Leyenda: método CorineLandCover. Inédito.

MCD-OEA (Ministerio de Cultura y Deportes, Organización de los Estados Americanos, GT). 1990. Distribución geográfica de las artesanías de Guatemala.274p.

MEM (Ministerio de Energía y Minas, GT). 2010. Anuario estadístico minero 2010. Dirección General de Minería, MEM, Guatemala. 16 p.

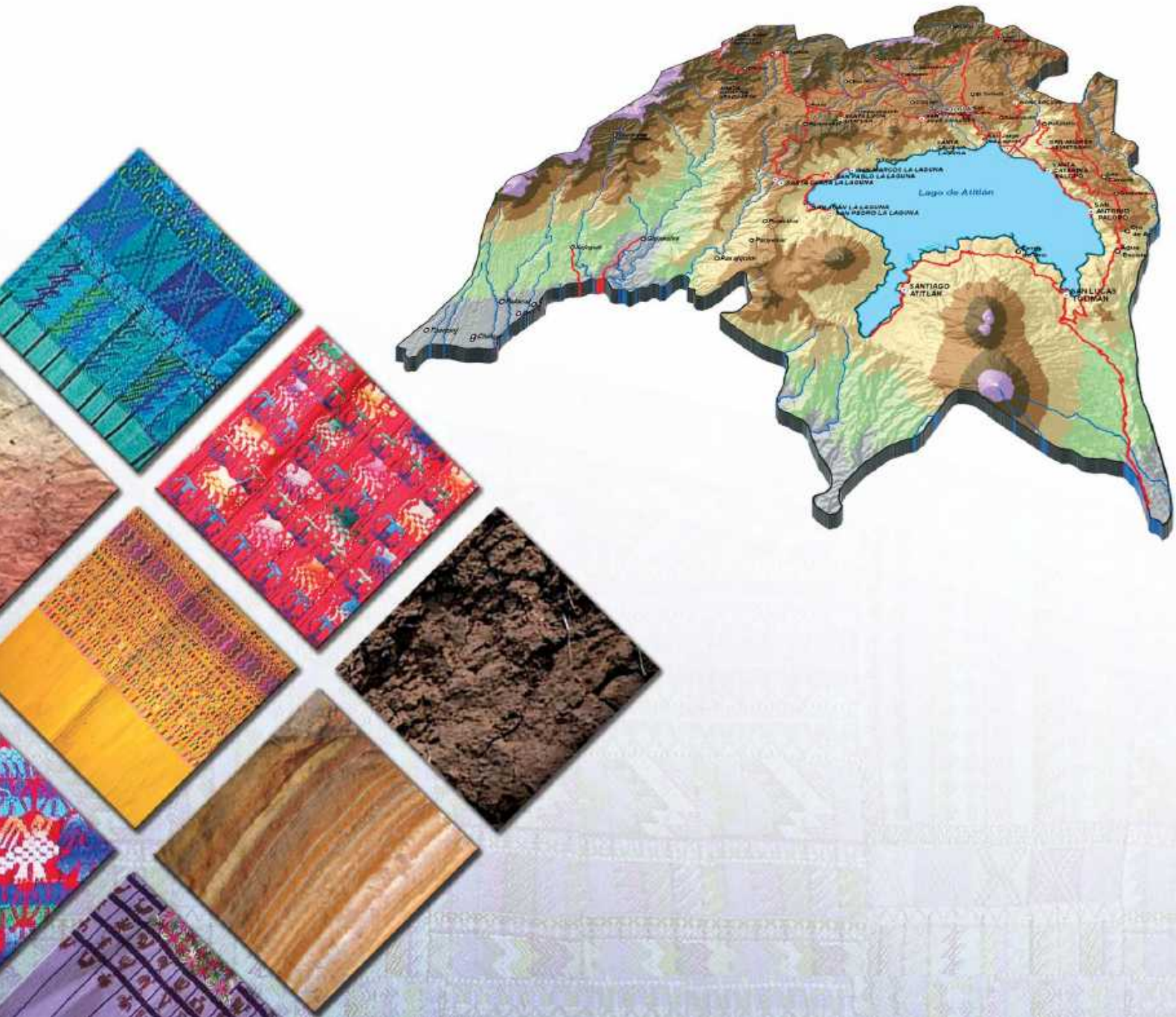
SIFGUA (Sistema de Información Forestal de Guatemala). 2011. Consultado septiembre 2011. Disponible en: http://www.sifgua.org.gt

UVG-INAB-CONAP-URL (Universidad del Valle de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Universidad Rafael Landívar, GT). 2011. Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2006 y dinámica de la cobertura forestal. Ediciones Serviprensa, S.A.2011. 97 p.



CAPÍTULO 2

ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL



Capítulo 2: ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL

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

2.1 GEOLOGÍA

La geología del departamento está conformada por una variedad de materiales de origen volcánico, metamórfico y sedimentario. Estos materiales provienen 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).

Como 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 puede explicarse 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 provoca 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 ocurrieron 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 Sololá.

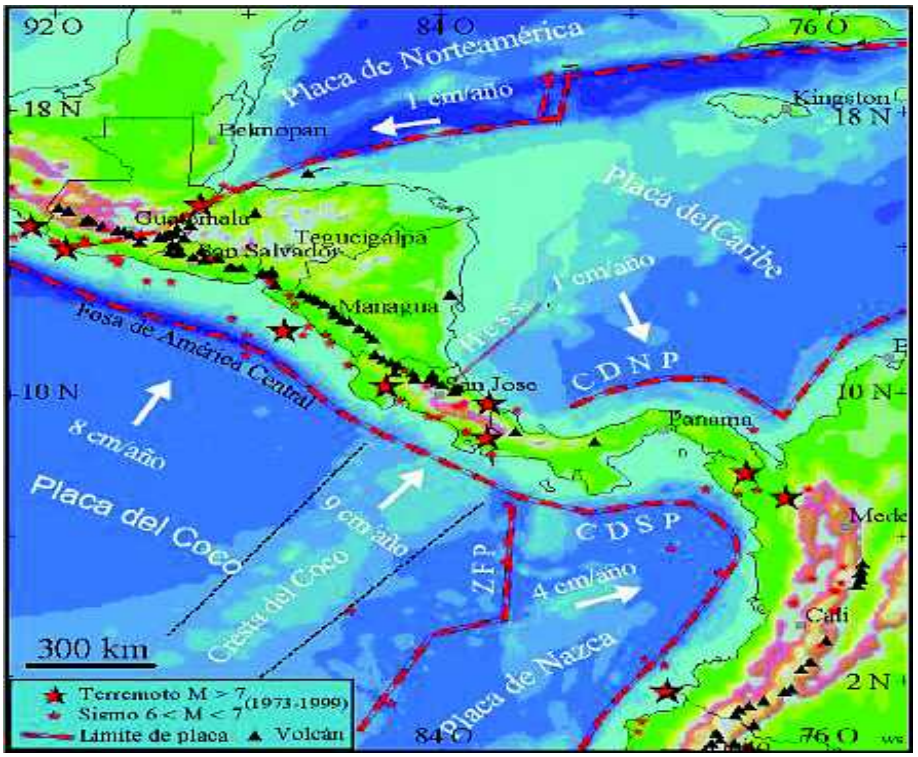


Figura 2.1 Tectónica de placas en Centroamérica (Fuente: Atlas.marn.gob.sv, 2011)

2.1.2 La geología del departamento de Sololá

El actual lago de Atitlán y su entorno volcánico se han formado en tiempos geológicamente recientes, dentro del período del último ciclo volcánico que ha estado en proceso durante los últimos ciento cincuenta mil años. Sus características fisiográficas y geológicas son las que definen y determinan el entorno actual del área. La hipótesis actual sobre los acontecimientos que dieron origen al Lago de Atitlán y su entorno, se basa en una serie de investigaciones vulcanológicas realizadas por Rose y otros (1987) y Newhall y otros (1986). El evento culminante, es la llamada erupción de Los Chocoyos, (PNUD, 2007).

La erupción de Los Chocoyos fue una secuencia de erupciones. Una de las erupciones alcanzó un volumen de 150 km^3 de magma expulsada. En este evento la columna eruptiva pudo haber alcanzado entre 30 y 50 kilómetros de altura, los depósitos alrededor pudieron haber alcanzado unos 100 kilómetros de radio. Las cenizas más finas llegaron hasta Costa Rica, Golfo de Panamá y parte del Estrecho de la Florida, esparciéndose sobre áreas que exceden el millón de kilómetros cuadrados. La segunda mitad de la erupción de Los Chocoyos, expulsó 120 km^3 adicionales de magma y flujos de ceniza que cubrieron por completo el territorio de la actual Guatemala (PNUD, 2007). Como parte de este proceso han surgido los volcanes de San Pedro, Tolimán y Atitlán, los cuales se muestran en la Figura 2.2.

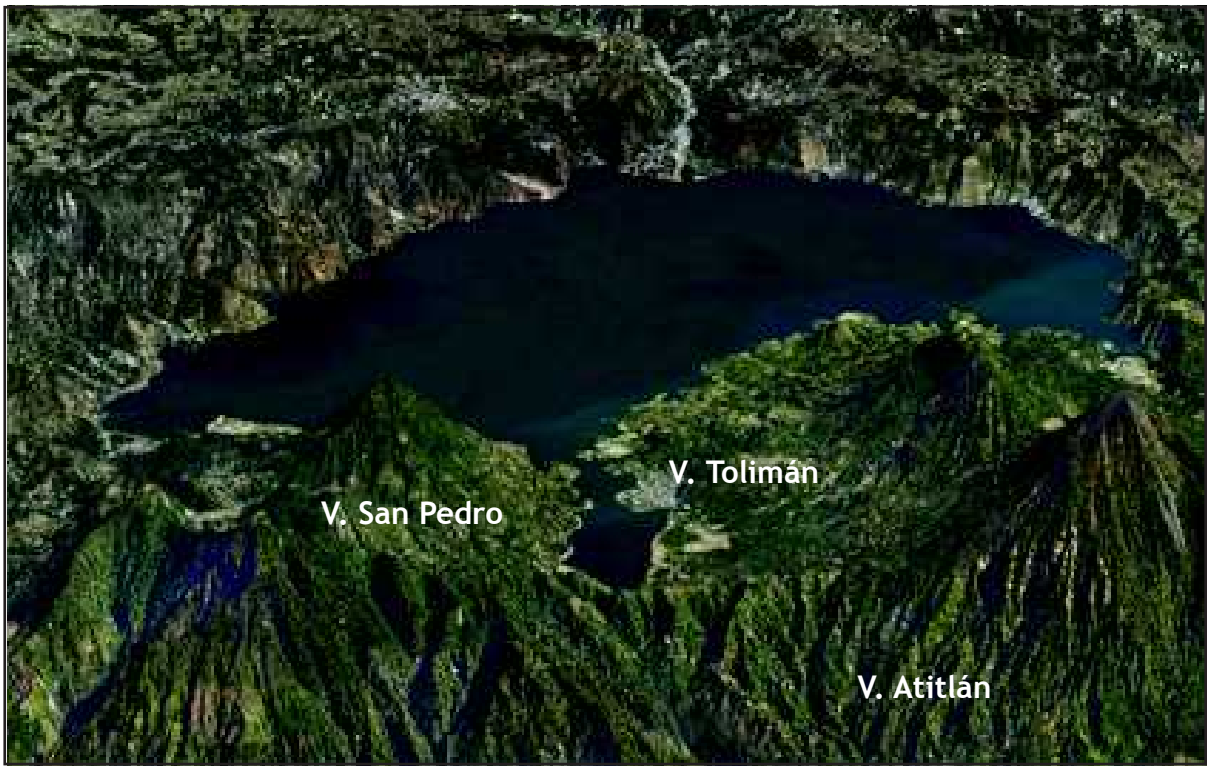


Figura 2.2 La imagen muestra los volcanes surgidos al sur del Lago de Atitlán (Ortofoto: UPGGR-MAGA, 2006)

2.1.3 Materiales geológicos identificados

El estudio de suelos tomó como base los cuadrángulos geológicos de escala 1:50,000 denominados: Sololá 1960-2 (IGN, 1982); Santa Catarina Ixtahuacán 1960-3, San Lucas Tolimán 1959-2 y Chicacao 1959-4 (Bonnis, 2009) y complementado con el mapa geológico a escala 1:250,000 (IGN, 1993), al norte del departamento. En la Figura 2.3 se presenta el Mapa Geológico integrado entre el mapa a escala 1:50,000 y el mapa a escala 1:250,000, del departamento de Sololá y en el Cuadro 2.2 la leyenda geológica ampliada deriva de la integración de los mapas en mención.

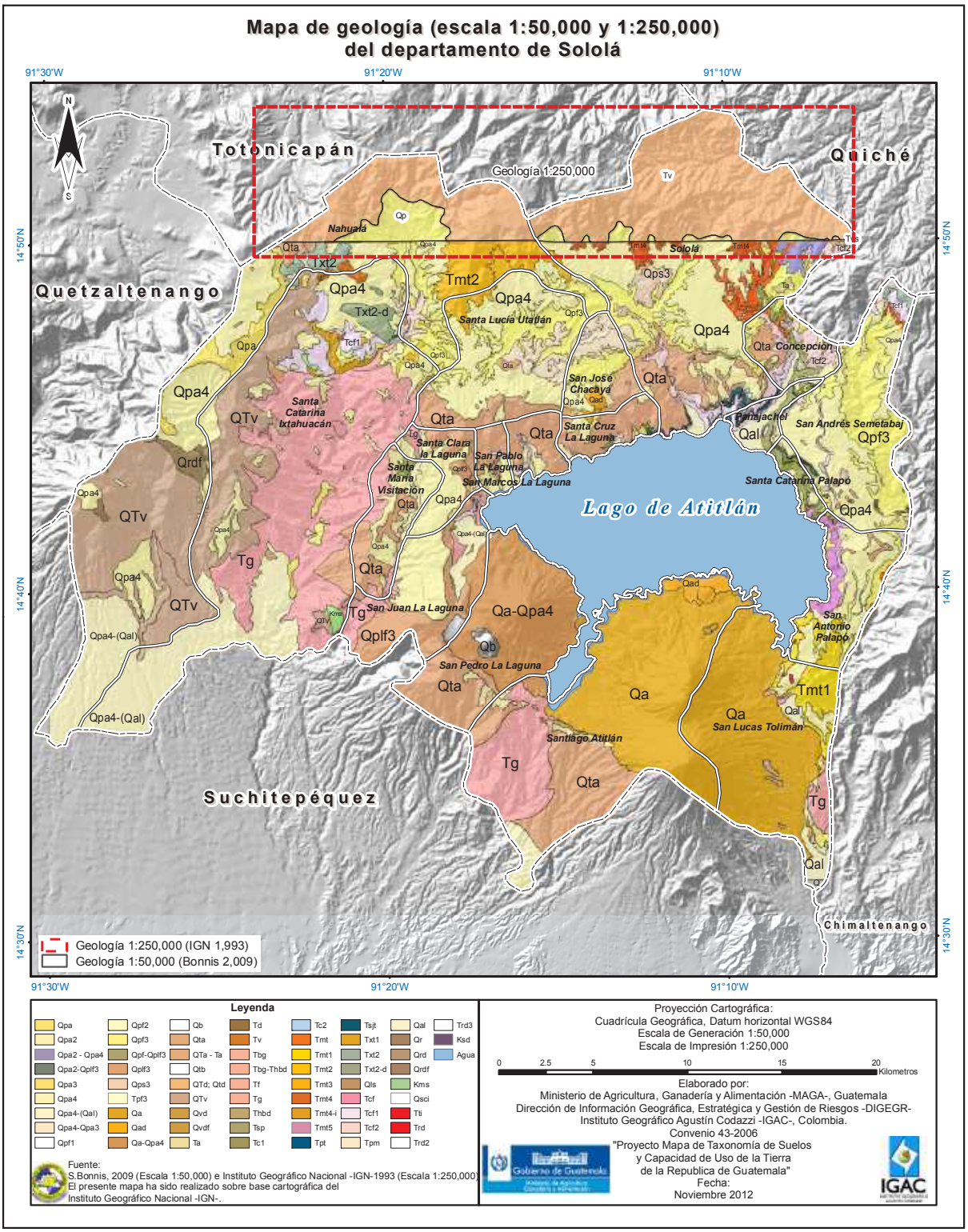


Figura 2.3 Mapa geológico del departamento de Sololá, escala 1:50,000 (Bonnis 2009), complementado en la parte norte por el mapa geológico escala 1:250,000 (IGN, 1993)

Cuadro 2.2 Leyenda integrada entre el mapa geológico escala 1:50.000 (Bonnis, 2009) y el mapa geológico escala 1:250,000 (IGN, 1993).

Símbolo	Descripción	Superficie	
		ha	%
Qpa	Pómez	37,036	31.74
Qpa2			
Qpa2 - Qpa4			
Qpa2-Qplf3			
Qpa3			
Qpa4			
Qpa4-(Qal)			
Qpa4-Qpa3			
Qpf1			
Qpf2			
Qpf3			
Qpf-Qplf3			
Qplf3			
Qps3			
Tpf3			
Qa	Flujo de lava, piroclastos y lodo asociados con complejos estratovolcánicos	34,607	29.66
Qad			
Qa-Qpa4			
Qb			
QTa			
QTa - Ta			
Qtb			
Qtd			
QTv			
Qvd			
Qvdf			
Ta			
Td			
Tv			
Tbg	Rocas graníticas	11,077	9.49
Tbg-Thbd			
Tf			
Tg			
Thbd			
Tsp			
Tc1	Tobas	6,166	5.28
Tc2			
Tmt			
Tmt1			
Tmt2			
Tmt3			
Tmt4			
Tmt4-i			
Tmt5			
Tpt			
Tsjt			
Txt1			
Txt2			
Txt2-d			
Qls	Sedimentos de rellenos de calderas (Fase 1 y 2). Sedimentos lacustres.	1,212	2.55
Tcf			
Tcf1			
Tcf2			
Tpm			
Qal	Aluvión Pómez	373	1.04
Qr	Domos volcánicos en dacita y riolita	373	0.32
Qrd			
Qrdf			
Kms	Metasedimentos	108	0.09
Qsci	Brechas intrusivas	17	0.01
Tti			
Trd	Diques anulares félsicos	13	0.01
Trd2			
Trd3			
Ksd	Carbonatos	7	0.01
Total a escala 1:50,000		93,586	80.2
Tv	Rocas volcanicas sin dividir	9,447	8.1
Qp	Pomez	1,251	1.1
Tvs	Sedimentos volcano-clásticos	9	0.01
Total a escala 1:250,000		10,707	9.2
	Cuerpo de Agua	12,340	10.6
	Sin Mapear	47	0.04
	Total Departamento	**116,680**	**100**

Los materiales geológicos procedentes de los cuadrángulos geológicos de escala 1:50,000 denominados: Sololá 1960-2 (IGN, 1982); Santa Catarina Ixtahuacán 1960-3, San Lucas Tolimán 1959-2 y Chicacao 1959-4 (Bonnis, 2009) y del Mapa geológico escala 1:250.000 (IGN, 1993), se describen a continuación:

2.1.3.1 Materiales geológicos mapa a escala 1:50,000

a). Pómez

Los símbolos utilizados para identificar las unidades geológicas que poseen este material son: **Qpa, Qpa2, Qpa3, Qpa4, Qal, Qpf, Qplf3, Qpf1, Qpf2, Qpf3, Qps3, Tpf3.**

Este material se encuentra en los municipios de Concepción, Nahualá, Panajachel, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, San José Chacayá, San Juan La Laguna, San Lucas Tolimán, San Marcos La Laguna; San Pablo La Laguna, San Pedro La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Catarina Palopó, Santa Clara La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Santa Lucía Utatlán, Santa María Visitación, Santiago Atitlán y Sololá, ocupando una superficie de **37,036.2** ha, equivalentes al **31.74%** del área total del departamento.

El material pomáceo o "piedra pómez", es una roca ígnea de origen piroclástico. El magma enfriado se fragmenta, se expulsa y se reparte en forma de material suelto, es un material volcánico que se ha creado en forma de espuma, cuando el enfriamiento es rápido, caracteriza las vulcanitas claras y félsicas; esta roca está integrada por materiales piroclásticos porosos, cenizas y partículas finas, más o menos endurecidos. Su composición es riolítica a riodacítica, con cuarzo, feldespatos y micas como minerales predominantes. Generalmente se encuentra interestratificadas con sedimentos fluvio lacustres, tal como se aprecia en la Figura 2.4.



Figura 2.4 En las fotografías se muestran los piroclastos a). En la parte superior de la foto se identifican mantos de ceniza volcánica, los cuales han incorporado materiales húmicos y en la parte inferior interestratificaciones de piedra pómez y b) Flujos de piedra pómez con aproximadamente 5 metros de espesor depositados sobre mantos de ceniza volcánica, lo que evidencian diferentes eventos volcánicos.

b). Flujos de lava, piroclastos y lodo asociados con complejos estrato-volcánicos

Los símbolos utilizados para identificar las unidades geológicas son: **Qa, Qa-Qpa4, Qad, Qb, QTa, QTa-Ta, Qtb, Qtd, QTv, Qvd, Qvdf, Ta, Td, Tv.**

Este material se encuentra en los municipios de Concepción, Nahualá, Panajachel, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, San José Chacayá, San Juan La Laguna, San Lucas Tolimán, San Marcos La Laguna; San Pablo La Laguna, San Pedro La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Clara La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Santa Lucía Utatlán, Santa María Visitación, Santiago Atitlán y Sololá, ocupando una superficie de **34,606.6 ha**, equivalentes al **29.66%** del área total del departamento (Figura 2.5).



Figura 2.5 Flujos de lava depositados sobre materiales piroclásticos no consolidados, expuestos por las corrientes de agua. Laderas del volcán Tolimán, municipio de San Lucas Tolimán (Foto: R. Pacheco, 2010)

Las unidades geológicas corresponden a los estrato – volcán de San Pedro, Atitlán y Tolimán e incluye el domo Cerro de Oro. La actividad, del volcán de Tolimán es la más reciente con erupciones registradas desde 1,469 hasta 1,856, con expulsiones de mezclas extrusivas de lava y flujos de piroclastos félsicos (Núñez y Martínez, 2011). Las erupciones de flujos de lavas (especialmente andesíticos), lodos y piroclastos han dado origen a los estrato-volcanes mencionados, en sus laderas es común encontrar bloques de andesitas, andesitas hornbléndicas – piroxénicas y andesitas basálticas, generalmente quedan expuestos o descubiertos por los deslizamientos que se presentan en los cañones o barrancos en forma de flujos de lodos en los conos volcánicos, los cuales se desplazan hasta las laderas bajas o planas y los materiales piroclásticos predominantemente se encuentran recubriendo la lava.

c). Rocas graníticas

Símbolos que identifican las unidades geológicas correspondiente a rocas graníticas: **Tbg, Tbg-Thbd, Tf, Tg, Thbd y Tsp.**

Estas rocas están distribuidas en los municipios de Nahualá, San Juan La Laguna, San Lucas Tolimán, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, San Pedro La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Clara La Laguna, Santa Lucía Utatlán, Santa María Visitación y Santiago Atitlán; ocupan una superficie de **11,076.5 ha**, equivalentes al **9.49%** del total departamental. Estas rocas poseen una textura visible microscópica-



Figura 2.6 Roca granítica con granos no orientados y oscuros de biotita y hornblenda, los minerales claros están constituidos por cuarzo y feldespatos. Municipio de San Juan La Laguna (Foto: W. González, 2010)

mente, son rocas masivas y duras de grano generalmente mediano y grande; su color varía: gris claro, rosado y amarillento, tal como se observa en la Figura 2.6.

El granito es una roca de grano grueso a medio, que se compone esencialmente de cuarzo, feldespato y mica. El feldespato, en su mayor parte ortoclasa, es el mineral más abundante. Las laminillas relucientes de mica (biotita de color negro o bronceado acompañadas en algunas variedades por moscovita, blanca y plateada) se pueden reconocer con facilidad (Holmes, 1980). La biotita y la moscovita son minerales accesorios.

Estas rocas se localizan principalmente en la zona montañosa al occidente y sur del departamento. En el área se caracterizan por el alto grado de meteorización que presentan, por lo cual los desprendimientos y procesos de remoción en masa son comunes.

Las unidades geológicas descritas a continuación derivan su nombre de los poblados o sitios cercanos a las áreas en donde encuentran estos materiales:

d). Tobas

Las unidades geológicas que identifican los diferentes tipos de tobas, se describen con los siguientes símbolos: **Tc1, Tc2, Tmt, Tmt1, Tmt2, Tmt3, Tmt4, Tmt4-i, Tmt5, Tpt, Tsjt, Txt1, Txt2, Txt2-d.**

Los materiales tobáceos se han cartografiado principalmente en los municipios de Concepción, Panajachel, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Catarina Palopó, Santa Cruz La Laguna, Santa Lucía Utatlán y Sololá. Ocupa un área de **6,166.3** ha, equivalentes al **5.28%** del área departamental. De acuerdo con Newhall, 1986, citado por Núñez y Martínez, 2011), algunas de las tobas (Figura 2.7) más representativas son las siguientes:

Toba María Tecún o tobas de ceniza volcánica: Este tipo de tobas se presenta en varios puntos y un grupo de ellas se localiza en la Cordillera María Tecun, de donde se deriva su nombre. Presentan litología similar, son muy duras, consolidadas, muy fracturadas, las fracturas se caracterizan por ser lisas, presentan separaciones menores a 10 centímetros, las cuales se encuentran rellenas de arcillas o arenas, son poco permeables. Pueden alcanzar 1,000 metros de espesor y es la toba más abundante identificada en estas áreas. De colores pálidos (grises y azules) a rojizas o marrones, contienen aproximadamente 50% de cuarzo fracturado y desgastado, plagioclasas, sanidina, biotita y fenocristales de hornblenda.



Figura 2.7 Fotografías correspondientes a afloramientos tobáceos: a). Toba María Tecún, municipio de Santa Lucía Utatlán, b). Toba San Jorge y c) Toba Catarata Superior, del municipio de Sololá (Fotos: W. González, 2010).

Toba El Adentro: Esta toba se presenta cerca a la comunidad El Adentro. Es una toba riolítica bandeada, presenta estructura tableada con diferentes pliegues asociados, hasta de 20 de espesor. Las toba riolítica es de color gris claro a beige con textura bandeada, con presencia de cristales de plagoclasas, hornblenda, moscovitas, biotitas y cuarzo.

Toba Panajachel: Tobas muy compactas, dándo lugar a paredes verticales o escarpes, un grupo de ellas se localiza en el municipio de Panajachel. Formada por abundantes fragmentos angulares riolíticos de grano fino, fundidos o compactados, en una matriz producto de la desvitrificación de grano fino, con presencia de bandas en algunos fragmentos, con betas de cristales finos de cuarzo desarrollados paralelos a la foliación.

Toba San Jorge: Esta toba aflora al sur de la aldea San Jorge y noreste del lago de Atitlan, municipio de Solola. Los colores de esta toba varían desde semiconsolidada crema, con abundantes fragmentos de pumita hasta la toba consolidada de color marrón claro con abundantes fragmentos de vidrio. Se ha identificado entre 1 a 30 metros de espesor.

Toba Superior Catarata: Ubicada en la parte alta de la catarata que forma el río Cojolyá visible en la carretera que comunica el municipio de Panajachel y Sololá. Toba muy consolidada e impermeable, generando escarpes y puede alcanzar entre 15 y 20 metros de espesor. Presenta tonalidades desde color crema gris, rica en piedra pómez.

Toba Inferior Catarata: Ubicada en la parte baja de la catarata que forma el río Cojolyá visible en la carretera que comunica el municipio de Panajachel y Sololá. Compuesta principalemnte por cristales de hornblenda, biotitas y lapillis pómez orientadas en matriz con abundantes fragmentos grises de grano fino. Esta toba varía desde inconsolidada a ligeramente consolidada, permeable y deleznable.

Toba San Pablo: Identificadas en el municipio de San Pablo La Laguna, son tobas de alta consitencia, lo que permite la formación de paredes verticales. Es una toba conglomerática con bloques, cantos, y gravas de andesitas hornbléndicas, andesitas basálticas, con matrfiz de color gris, contenidos de vidrio y materiales feldespáticos.

e). Sedimentos de relleno de calderas (fase 1 y 2), sedimentos lacustres

Los materiales geológicos han sido identificados con los siguientes símbolos: **Qls, Tcf, Tcf1, Tcf2, Tpm.**

Los municipios en los cuales se han cartografiados corresponde a: Concepción, Nahualá, Panajachel, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, San Juan La Laguna, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Catarina Palopó, Santa Cruz La Laguna, Santa Lucía Utatlán y Sololá. Con una superficie de **2,972.3 ha,** corresponde con el **2.55%** de total departamental (Figura 2.8).

Estos materiales se clasifican de la siguiente forma:

Sedimentos de relleno de calderas I: Corresponde con la Caldera Atitlán I, formada por varios episodios de colapso, después de la erupción de las Tobas María Tecún con aproximadamente 15 x 25 km2. Se caracteriza por un período de poca actividad volcánica, con dominio de procesos erosivos y sedimentarios de relleno de caldera (con erupciones eventuales), dando origen a aproximadamente 450 metros de sedimentos intercalados con tobas finas de ceniza. Alcanzan un espesor de 400 metros

de depósitos de conglomerados y areniscas, ricos en clastos y gravas de la toba María Tecún, lutitas y pizarras.

Sedimentos de relleno de caldera II: Esta es la Caldera Atitlán II, compuesta principalmente por conglomerados de fragmentos de pómez, sílex bandeado, arenas, lutitas y pizarras de grano fino, producidas por efecto de erosión de las tobas de Caldera I y los sedimentos derivados de esta. Posee cenizas y lapilli pómez interestratificados en las capas de este tipo de sedimentos, con presencia también de arenas blancas carbonáticas y pizarrosas doatomáceas.

Sedimentos lacustres: Materiales compuestos de lutitas arcillosas y tobas diatomáceas finamente estratificadas; cuando hay evidencias de diatomeas o estratificaciones finas, los mismos indican que corresponden a materiales desarrollados en aguas muy tranquilas del tipo lacustre. Las diatomeas son originadas por la abundancia de minerales silíceos. En esta unidad se encuentran sobreyaciendo areniscas interestratificadas con conglomerados masivos andesíticos.

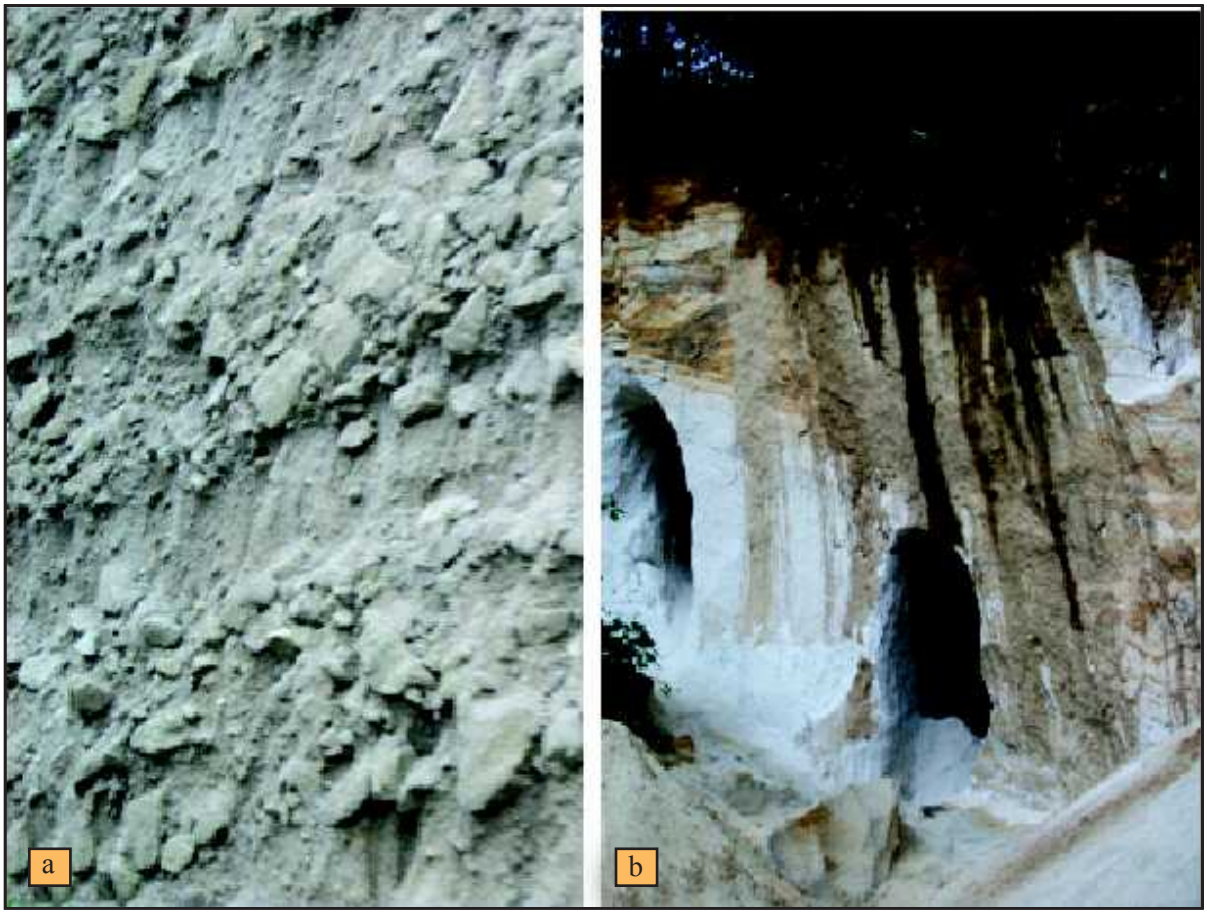


Figura 2.8 Fotografías correspondientes a cortes de carretera donde se aprecian: a). Sedimentos de caldera I, municipio de Santa Lucía Utatlán, b) Sedimentos de caldera II, municipio de Nahualá (Fotos: W. González, 2010)

f). Aluvión pómez

Se identifica este material por el símbolo: **Qal.**

Fue cartografiado en los municipios de Concepción, Panajachel, San Antonio Palopó, San Juan La Laguna, San Lucas Tolimán, San Marcos La Laguna, Santa Catarina Palopó, Santa Clara La Laguna, Santa Cruz La Laguna y Santa María Visitación. Ocupan un área de **1,211.9 ha,** lo que equivale a **1.04 %** de la superficie del departamento (Figura 2.9).



Figura 2.9 La fotografía que corresponde a un corte por apertura de carretera, muestra los materiales pomáceos sobre interestratificados entre materiales de diferentes tamaños como ceniza, lapilli y brechas volcánicas. Parte baja del Volcán San Pedro, municipio de San Pedro La Laguna (Foto: W. González, 2010)

Los aluviones del Cuaternario son poco diferenciables debido a que los fragmentos de roca que pueden contener, dependen de la unidad litológica de la cual provienen, con tamaño de partículas variables, desde tamaño limos hasta gravas. Los fragmentos de roca han sido meteorizados y depositados por corrientes de agua, por escurrimiento superficial, depositados y acumulados en las partes bajas de las montañas como zonas coluviales, valles o zonas planas.

g). Domos volcánicos en dacita y riolita

Se identifican estos materiales por los símbolos: **Qr, Qrd, Qrdf.**

Los materiales geológicos fueron identificados en los municipios de Nahualá y Santa Catarina Ixtahuacán. Ocupan un área total de **372.7 ha**, equivalentes al **0.32%** del total departamental. Los principales materiales que conforman la unidad geológica están referidos a rocas ígneas (dacitas y riolitas).

h). Metasedimentos

Se identificada a este material con el símbolo **Kms;** fue identificado en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Son materiales compuestos de lutitas arcillosas, tobas diatomáceas. Ocupan un área de **107.6 ha,** equivalentes al **0.09 %** de la superficie departamental.

i). Brechas intrusivas

Las brechas intrusivas se han identificados con los símbolos: **Qsci y Tti.** Identificadas en los municipios de Santa Cruz La Laguna, San Lucas Tolimán y San Antonio Palopó. Ocupan un área de **16.8 ha,** equivalentes a **0.01%** del área departamental.

Las brechas de Tzapetey, fueron identificadas cerca a la finca Tzanpetey, en el municipio de San Antonio Palopó y brecha Santa Cruz en el municipio de Santa Cruz La Laguna. Estas brechas contienen abundantes inclusiones de gabros hornbléndicos parcialmente absorbidos, contienen entre 30 y 50% de

inclusiones con matriz de mineralogía original, alterada y con presencia de micas cloríticas, sericita, clacita y zeolitas (Núñez y Martínez, 2011).

Es una roca muy compactada, poco o nada impermeable, disgregada en bloques de tamaños decimétricos, afectadas por procesos de movimientos de ladera como los desprendimientos.

j). Diques anulares félsicos

Los símbolos que identifican estos materiales geológicos son: **Trd, Trd2 y Trd3.** Los municipios donde se han cartografiado son San Antonio Palopó, San Pablo La Laguna, Santa Catarina Palopó, Santa Clara la Laguna, Santa Cruz La laguna. El área que ocupan es de **12.5** hectáreas, equivalentes a **0.01%** del área departamental.

Los diques son intrusiones ígneas formadas por magma que se sube por una fisura aproximadamente vertical, de modo que, al enfriarse se convierte en una placa rocosa vertical, de bordes casi paralelos, que corta transversalmente los planos de estratificación (Holmes, 1980). En donde se presentan los afloramientos los diques son masivos, autobrechados, con fragmentos angulares en una masa que contiene la misma litología. Los diques son menores a 1 kilómetro de ancho (Newhall, 1986, citados por Núñez y Martínez, 2011) y consisten en tres grupos de diques félsicos de grano fino que cortan la caldera Atitlán II, los cuales son:

Grupo uno de diques: Las rocas varían de color blanco a gris, con hornblendas orientadas de grano fino, con abundantes intercrecimientos de cuarzo, plagioclasas y pertitas.

Grupo dos de diques: Su color es gris claro a marrón y gris oscuro donde está fresco. Formado por cuarzo anheudral y plagioclasas subaheudriales, con feldespatos de potasio subordinados y menores cantidades de cloritas.

Grupo tres de diques: Están formados por riodacita de color gris, contiene plagioclasas, hornblenda, minerales opacos, biotita y cuarzo.

k). Carbonatos

Se identifican estos materiales con el símbolo: **Ksd.**

Las rocas metamórficas del Paleozoico fueron cartografiadas en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, ocupan un área de **6.9 ha**, correspondiente al **0.01%** del total departamental.

Estas rocas son de bajo grado de metamorfismo compuestas por esquistos, gneis, migmatitas y mármol; estratigráficamente se conocen como Grupo Chuacús. El principal material que conforma los sedimentos son calizas recristalizadas con capas delgadas de limos delgadas, muestra del origen de las tierras a partir del fondo marino en el período Cretácico.

2.1.3.2 Materiales geológicos mapa a escala 1:250,000

a). Rocas volcánicas sin dividir

Esta unidad se identifica por el símbolo Tv, unidad cartografiada al norte del departamento en los municipios de Nahualá Sololá. Ocupan una superficie de **9,447.0 ha**, equivalentes al **8.10%** del área total departamental (Figura 2.10).

Está compuesta por rocas predominantemente del Mioceno – Plioceno. Incluye coladas de lava, depósitos laháricos, tobas, ignimbritas y sedimentos volcánicos.

b). Pómez

Se identifican estos materiales con el símbolo: **Qp,** en jurisdicción de los municipios de Nahualá y Sololá. Ocupan un área de **1,251.0 ha,** equivalentes a **1.07%,** del área departamental.

Corresponde con depósitos piroclásticos, principalmente pómez de origen diverso.



Figura 2.10 Fotografías correspondientes a rocas volcánicas sin dividir: a). Tobas y b). Abanicos laháricos (Fotos: W. González, 2010)

c). Sedimentos volcano - clásticos

Símbolo geológico Tvs. Estos materiales están distribuyen en el municipio de Sololá, abarcan **8.7 ha**, equivalentes al **0.01%** de la superficie departamental.

Son materiales compuestos de lutitas arcillosas y tobas diatomáceas finamente estratificadas; cuando hay evidencias de diatomeas o estratificaciones finas, los mismos indican que corresponden a materiales desarrollados en aguas muy tranquilas del tipo lacustre. Las diatomeas son originadas por la abundancia de minerales silíceos. En esta unidad se encuentran sobreyaciendo areniscas interestratificadas con conglomerados masivos andesíticos.

2.1.4 Síntesis del aporte de la Geología al estudio de los suelos del departamento de Sololá

La descripción realizada de algunos temas geológicos establece el marco general de referencia para entender la configuración del territorio, esto permite integrar y comprender más el entorno y aplicarlo a la geomorfología y a los estudios de suelos.

- Los materiales geológicos presentes en el departamento, de acuerdo con su origen son predominantemente **Ígneos** (aquellos emanados en forma de coladas de lavas, que descienden por las laderas de los conos volcánicos y materiales piroclásticos expulsados por presiones que alcanzan zonas alejadas de los volcanes, transportados por el viento); así como, por materiales **Sedimentarios,** que recubren algunas rocas ígneas, los cuales se han formado por la transformación y arrastre de partículas y pequeños afloramientos de rocas **metamórficas** (las que han sido transformadas por presión y temperatura).

- Los principales materiales geológicos identificados, ordenados de mayor a menor área que recubren son los siguientes: Piedra pómez; flujos de lava, piroclastos y lodos asociados a los estrato – volcanes; rocas graníticas; tobas; aluviones de pómez; domos dacíticos y riolíticos; metasedimentos; brechas intrusivas; diques anulares félsicos; rocas carbonatadas y sedimentos volcano – clásticos.

- De los materiales antes mencionados, los piroclásticos no consolidados (fragmentos de roca, ceniza y pómez) son los más importantes, ya que se encuentran rellenando y recubriendo la mayor parte de los materiales geológicos presentes, especialmente las zonas altas del departamento.

- El aporte más importante que hace la geología para este estudio, se debe a que las **estructuras geológicas** son el fundamento básico para delinear las geoformas (formas externas de la tierra), las cuales se modifican constantemente por la acción y efecto del clima y sus seres asociados y estas geoformas se relacionan directamente con los materiales que la componen, por lo tanto, identificar la **composición de los materiales geológicos** que están expuestos en superficie, permite conocer la fertilidad de los suelos, importante en el desarrollo agrícola y otras aplicaciones como los procesos en remoción en masa, riesgos amenazas, entre otros.

2.2 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

2.2.1 Contexto del estudio geomorfológico

La geomorfología describe y explica las diferentes formas de la tierra, el relieve de la superficie terrestre, sus materiales y edad. Su utilización práctica se fundamenta en que permite la descripción, análisis de las formas del terreno y la evolución del relieve mediante el estudio del modelado terrestre. Su importancia en los estudios de suelos se vincula con la relación directa que existe entre las unidades geomorfológicas y las unidades de suelos (relación paisaje-suelo).

El estudio geomorfológico del departamento de Sololá se realizó a partir de la fotointerpretación de 415 aerofotografías a color tomadas por la UPGGR del MAGA durante los años 2006-2007, verticales y de escala 1:20,000; mediante la cual se delimitaron e identificaron 3 paisajes y 12 tipos de relieve, con base a 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 por paisaje como se observa en la Figura 2.11, se constituyeron tácitamente en las unidades primarias para el mapeo de suelos del departamento y a partir de las cuales y con el respectivo trabajo de campo, se logró un mapa base de suelos a nivel semidetallado a escala 1:50,000. Para la elaboración de las delimitaciones geomorfológicas se contó con la información de los mapas geológicos del departamento escala 1:250,000 (IGN, 1993) y 1:50,000 (Revisión S, Bonnis, 2009 sin publicar), así como 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 Sololá, 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, son de tipo piroclastos no consolidados (tefras, cenizas y pómez) y piroclastos consolidados (tobas), estos materiales promueven que la mayor parte del territorio departamental esté constituida en más de un 90% por relieves abruptos de los tipos estrato volcán, filas y vigas, lomas, escarpe, 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 geomorfológicos y de suelos 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.

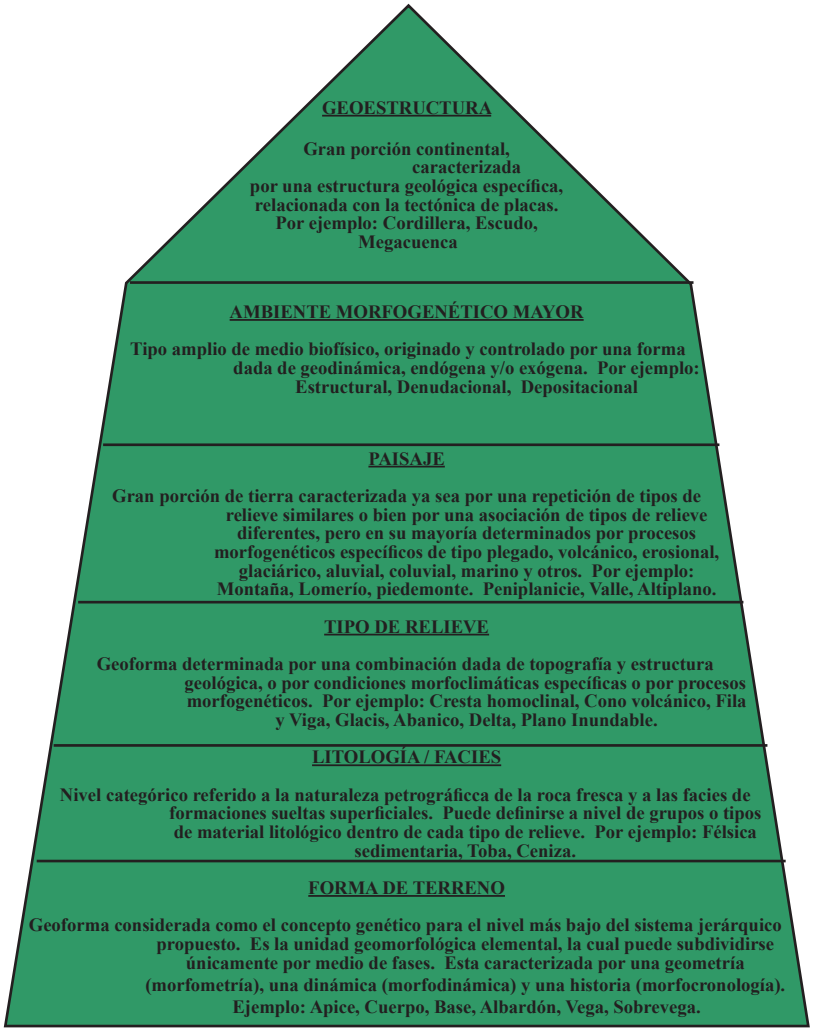
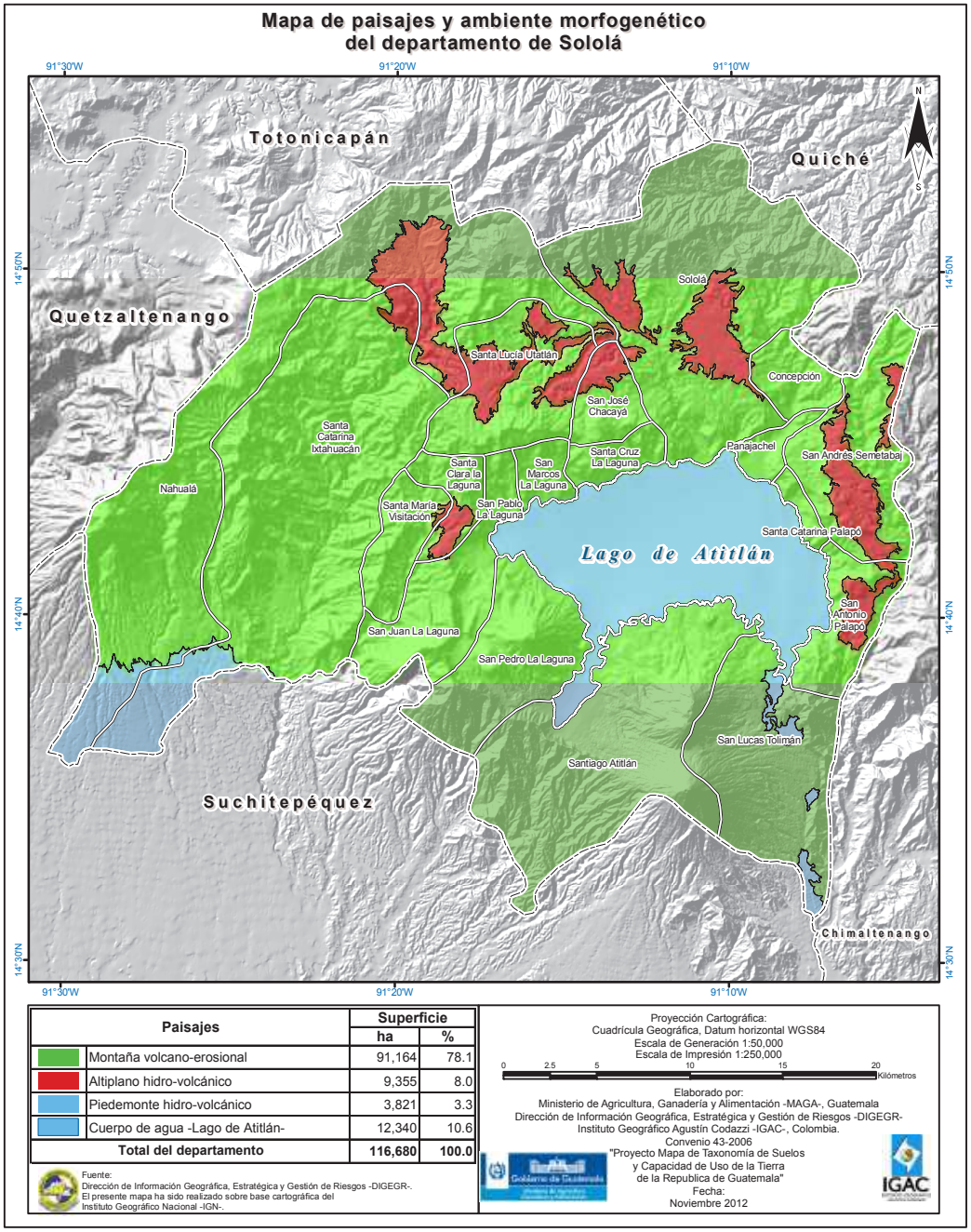


Figura 2.11 Sistema de clasificación geomorfológico (Zinck, 1987)

Al delimitar los paisajes y los tipos de relieve se integran los materiales presentes (consolidados y no consolidados) y los procesos (endógenos y exógenos) en función del tiempo. En los levantamientos de suelos la delineación de las geoformas permite la conformación de las unidades geomorfológicos, donde se describen: paisajes, tipos de relieve, formas del terreno, pendientes y los materiales que las componen; el más superficial se relaciona con los materiales parentales de los suelos. La aplicación de la metodología comentada al departamento de Sololá se presenta en la Figura 2.12, a nivel de tipos de paisaje.



Paisajes		Superficie ha	Superficie %
	Montaña volcano-erosional	91,164	78.1
	Altiplano hidro-volcánico	9,355	8.0
	Piedemonte hidro-volcánico	3,821	3.3
	Cuerpo de agua -Lago de Atitlán-	12,340	10.6
Total del departamento		**116,680**	**100.0**

Figura 2.12 Mapa de geomorfología con los paisajes identificados en el departamento de Sololá.

Las tierras del departamento de Sololá están incluidas en el primer nivel o "geoestructura" (Tierras Altas Volcánicas), el cual no se refleja en la leyenda pedológica por ser un levantamiento de tipo semidetallado; además el "ambiente morfogenético" se fusionó como un atributo del paisaje. La leyenda incluye las categorías: paisaje; tipo de relieve; formas del terreno y sus materiales.

Para el estudio y mediante fotoanálisis se determinaron tres tipos de paisajes, estos son: montaña volcano-erosional, altiplano hidro-volcánico y piedemonte hidro-volcánico. En el Cuadro 2.3 se muestran los Paisajes, Tipos de Relieve y Formas del Terreno del departamento de Sololá, con sus respectivas superficies (ha) y el porcentaje con respecto al área total del departamento.

Cuadro 2.3 Paisajes, Tipos de Relieve y Formas del Terreno del departamento de Sololá, con sus áreas respectivas

Paisajes	Tipos de Relieve	Formas del Terreno	Área	
			Ha	%
Montaña volcano erosional (M)	Estrato – volcán	Cono, ladera, glacís, escarpe, cañones y cañadas	91,164	78.1
	Domo	Cono		
	Filas y vigas	Ladera		
	Lomas	Ladera		
	Glacís	Plano inclinado		
	Mesa	Plano de mesa		
	Escarpe	Plano escarpado		
	Cañones y cañadas	Ladera		
	Vallecito	Plano aluvio–coluvial		
	Reborde de lago	Plano de inundación		
Altiplano hidro–volcánico (A)	Lomas	Ladera	9,355	8.0
	Abanico	Cuerpo de abanico		
	Terrazas	Plano de terraza		
	Escarpe	Plano escarpado		
	Cañones y cañadas	Ladera		
	Vallecito	Plano aluvio–coluvial		
Piedemonte hidro –volcánico (P)	Abanico	Ápice y cuerpo de abanico	3,821	3.3
	Escarpe	Plano escarpado		
	Cañones y cañadas	Ladera		
Cuerpo de agua: Lago de Atitlán			12,340	10.6
Total			**116,680**	**100.0**

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 montañoso abarca una extensión de 91,164 ha, las cuales corresponden con el 78.1% de la superficie del departamento, este paisaje es producto de los procesos orogénicos ocurridos a partir del Terciario, donde destacan los denudativos, disectados, abruptos y escarpados con altitudes que oscilan entre los 650 a los 3,537 msnm en la cima del Volcán de Atitlán, abarcando todos los climas presentes en el departamento.

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 tubular, y cuyas laderas pueden ser regulares, irregulares a complejas, presentan un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968, citado por IGAC, 2005). Este paisaje se presenta en los 19 municipios que integran el departamento.

El calificativo o atributo “volcano-erosional”, hace referencia a la unidad genética de relieve que agrupa todos los paisajes geomorfológicos determinados por volcanismo y que a pesar de haber sufrido los efectos de la denudación, aún conservan los rasgos definidos de sus formas iniciales.

Los materiales más importantes, sobre los cuales se desarrolla la geomorfología montañosa del departamento de Sololá están relacionados con rocas basálticas y/o andesíticas y graníticas, recubiertas por mantos de piroclastos no consolidados (tefras, lapilli, ceniza y pómez) o consolidados (tobas).

De acuerdo a lo mostrado en el Cuadro 2.3, en el departamento existen geoformas de diversos orígenes, tales como las volcánicas que ocupan los relieves de estrato-volcán y domos, de los volcanes de Atitlán, Tolimán y San Pedro; por ambientes morfodenudacionales de filas y vigas, mesas y lomas; por modelados morfoestructurales de escarpes, cañones y cañadas; geoformas fluvio-coluviales asociadas al modelado agradacional de vallecito y glacís y de origen fluvio-lacustre: el reborde de lago.

2.2.2.1 Tipo de relieve de estrato - volcán

Corresponde al tipo de relieve de mayor altura y de edad reciente (Pleistoceno - Cuaternario), de estructura más compleja dentro del grupo de geoformas volcano-erosionales. Comprende los volcanes de San Pedro, Tolimán y Atitlán, con laderas de aspecto rectilíneo, más empinadas de la cima hacia su parte media, pero más suaves hacia sus faldas, terminando extendidas hacia el Lago de Atitlán, en contacto directo con el paisaje de piedemonte. Administrativamente estos volcanes se localizan en territorio de los municipios de San Lucas Tolimán, Nahualá, Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna y San Juan La Laguna.

Este tipo de relieve muestra 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 (andesítica, riolítica o basáltica), e igualmente distintas en el tamaño y consistencia de los piroclastos (cenizas, lapilli, pómez o tefras).

Estos edificios volcánicos, desde sus partes altas son disectados por el agua de escorrentía, configurando un patrón de drenaje radial de densidad media, con cañadas principales largas y profundas. Debido a la denudación intensa que impera en estos paisajes, en sus vertientes se han desarrollado amplios y profundos cañones y cañadas (barrancos) en cuyas laderas afloran los diferentes materiales geológicos que los constituyen. Al ocurrir erupciones posteriores, los flujos de lava y los lahares comúnmente se desplazan a lo largo de esas cañadas, colmatándolas y desviándose para formar nuevas corrientes.

Los estrato-volcanes son de suma importancia, por la influencia que han tenido sobre la evolución de los suelos en la zona. A continuación, se indican las principales características que identifican estas estructuras (Figura 2.13):

- Forman grandes edificios en forma de cono (dimensiones de más de 1000 m de desnivel desde su base), conformados por una alternancia irregular de lavas y piroclastos de diferente composición y tamaño.
- Las pendientes de las laderas superiores y medias superan el 25%, mientras que las inferiores son menores del 25%.
- Presentan suelos complejos.
- Atraviesan más de un piso térmico.
- Mantienen una cobertura vegetal exuberante y un uso intensivo de la tierra, especialmente en las laderas bajas.

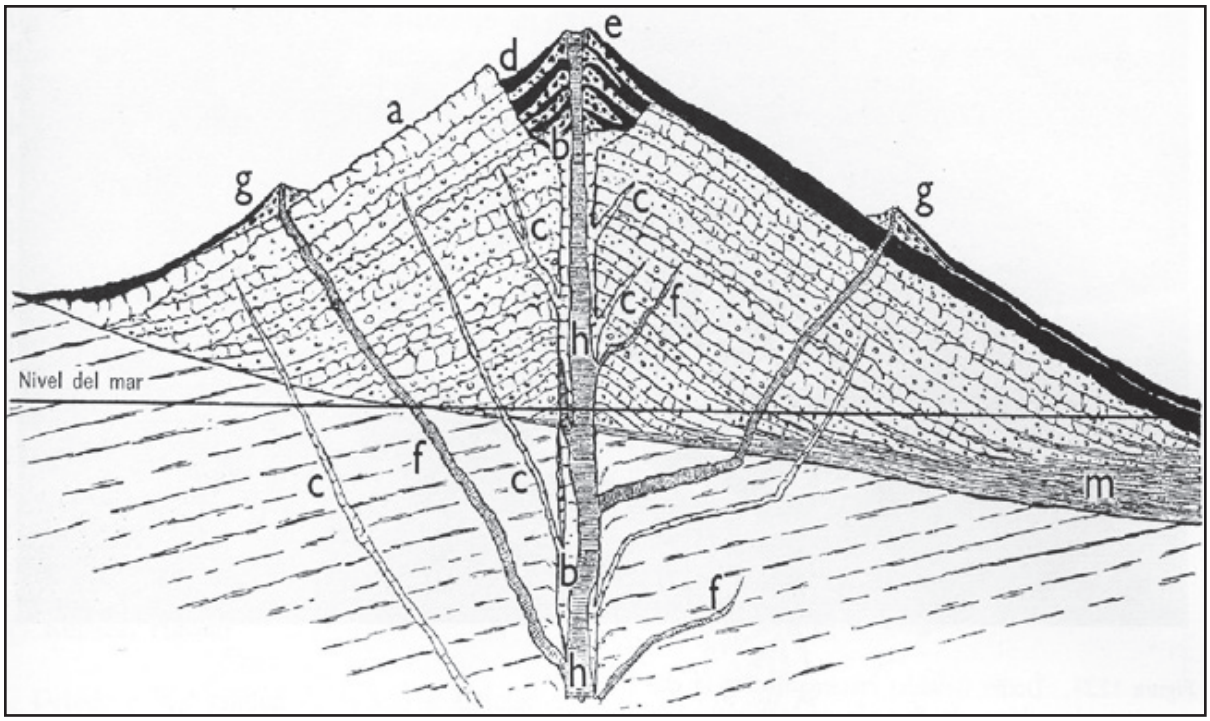


Figura 2.13 Corte vertical esquemático de un estrato-volcán (Holmes, 1980)

De acuerdo con la figura anterior el cono principal (a) está constituido por coladas de lava en forma de lengua y depósitos de tefras alimentados por el conducto (b) ramificado en diques (c). Si en un momento dado se forma un cráter de explosión grande (d) (o una pequeña caldera de explosión), se puede ir rellenando más o menos con el crecimiento continuo del cono (e) alimentado desde el conducto (h). Algunos de los diques (f) alimentan conos accesorios laterales (g). Los depósitos fluvio-lacustres interestratificados con tobas y lavas se representan por (m) (Holmes, 1980).

Los estrato-volcanes del Período Cuaternario (época Holocénica) presentes en el departamento de Sololá son:

- **Estrato-volcán de San Pedro:** se ubica en la parte suroccidental de la caldera del antiguo volcán Los Chocoyos, presenta una altura máxima de 3,020 msnm y está cubierto en su mayoría por bosque mixto (Figura 2.14). Lo recubren mantos de ceniza, donde se evidencia que los materiales gruesos se encuentran en la base y los alrededores del cráter; los procesos de remoción en masa han actuado frecuentemente. Actualmente se encuentra inactivo. Este volcán es el más antiguo de los tres que circundan el lago de Atitlán, como evidencias las capas de piroclastos andesíticos cerca



Figura 2.14 Estrato-volcán San Pedro, municipio de San Pedro La Laguna (Foto: W. González, 2010)

del volcán (Newhall, 1986, citado por Núñez y Martínez, 2011).

- **Estrato-volcán de Tolimán:** se ubica entre los municipios de San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán, presenta 2 cumbres unidas por una horqueta con alturas máximas de 3,158 msnm en la más alta y 3,134 msnm en la otra Figura 2.15), ambas están recubiertas por vegetación arbórea y pajonales a partir de los 3,000 msnm. En la actualidad no presenta actividad.



Figura 2.15 Estrato-volcán de Tolimán, mostrando las dos cumbres unidas por una horqueta, en la laderas se muestran cicatrices de movimientos en masa, municipios de San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán (Foto: W. González, 2010)

- **Estrato-volcán de Atitlán:** se encuentra unido al volcán de Tolimán por una horqueta, es un cono imponente con una altura máxima de 3,537 msnm, cubierto de bosque natural y pajonales, en el pie de monte se cultiva café y aguacate. Hizo erupción en 1469 e intermitentemente desde 1826 hasta 1856 (Newhall, 1986, citado por Núñez y Martínez, 2011). Actualmente presenta algunas fumarolas no visibles desde su base; la zona que comprende desde los 3,000 msnm hasta la cima es muy empinada, está recubierto por piroclastos sueltos y presenta abundante pedregosidad (Figura 2.16).

- **Estrato-volcán Santo Tomás:** este estrato-volcán con 3,530 msnm, se encuentra seguido por el Pico Zunil con 3,549 msnm (en algunos informes también aparece como estrato – volcán). Las laderas altas están poco intervenidas, por lo que están protegidas por una densa y exuberante vegetación de pinabetes (*Abies guatemalensis*) y se ubica en el extremo suroccidente en límites con el departamento de Quetzaltenango. Sus laderas este, oeste y sur están intensamente disectadas por profundos cañones.



2.16 Estrato-volcán de Atitlán, presenta gran número de drenajes, municipios de San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán (Foto: W. González, 2009)

Las formas del terreno caracterizadas en un estrato-volcán son: cono (como resultado de la acumulación de lava y materiales piroclásticos arrojados por el conducto central del volcán); laderas de los tipos superior, media e inferior (parte intermedia o flanco de este tipo de relieve, su perfil es generalmente, rectilíneo o irregular); glacís (formas agradacionales por acción de la gravedad y del escurrimiento difuso); escarpe (acantilado o ladera vertical o subvertical que puede originarse por una falla); cañones o cañadas (valles profundos encajados, limitados por escarpes).

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 geoformas que los integran: conos, escarpes, glacís, cañones y cañadas, estas se han considerado tradicionalmente, como Tipos de Relieve. Dado que las geoformas mencionadas son componentes del estrato-volcán no pueden pertenecer al mismo nivel categórico en la clasificación, razón por la cual en el presente estudio se les ha considerado en este caso, como Formas del Terreno. Cuando estas geoformas se presentan en condiciones diferentes, siguen considerándose Tipos de Relieve.

De estas subdivisiones pueden resultar 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% y más de 75%.

A continuación se describen las formas de terreno indicadas:

- **Cono**

Están constituidos 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, que puede variar entre 30 a 40° (Selby, 1987 citado por Villota, 2005), siendo más empinado en el borde superior, donde se produce la caída de 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 suaves (alrededor de 10%).

Esta geoforma, que alberga en su interior el cráter, se puede apreciar en la parte superior de los volcanes de San Pedro, Tolimán y Atitlán, presentando algunas particularidades en cuanto al desarrollo de los suelos. Los volcanes de San Pedro y Tolimán (Figura 2.17) presentan pendientes mayores al 75% y alturas superiores a los 3,000 msnm, pero en los suelos se evidencia bastante desarrollo genético, ya que son oscuros y espesos, también contienen un volumen alto de pedregosidad en el borde de los cráteres y, principalmente, dentro de estos.

Los conos están recubiertos por vegetación arbórea frondosa, con poca o ninguna intervención antrópica; mientras que el volcán de Atitlán posee pendientes similares y varía en cuanto a que el cono y cráter, además de sobrepasar los 3,500 metros de altura, carecen de vegetación y suelos, predominando las Tierras de Ceniza (TC).



Figura 2.17 En la fotografía de la izquierda se observa una sección de la ladera cóncava del cráter del Volcán San Pedro y a la derecha el cono del volcán de Atitlán, en cuya cima hay abundantes piroclastos -Tierras de ceniza- (Fotos: W. González, 2010)

- **Laderas (superiores, medias e inferiores)**

Las laderas de los estrato–volcanes mencionados anteriormente, se inician desde los cráteres y finalizan en el Lago de Atitlán, son de edad Cuaternaria.

Los flujos de lava más antiguos se presentan disectados, no obstante estar recubiertos de vegetación arbórea exuberante, principalmente desde la parte media hacia la cima, donde hay menor intervención antrópica; en las laderas más recientes las disecciones son menos profundas, algunas de estas laderas presentan relictos de bosque mixto, pero en ellas se acentúa más la agricultura, (Figura 2.18).



Figura 2.18 Coladas de lava recubiertas por piroclastos no consolidados, la presencia de estos materiales muestra un relieve suavizado y ha facilitado la formación de suelos sobre el cual se ha desarrollado el bosque observado. Volcán San Pedro (Foto: W. González, 2010)

2.2.2.2 Tipo de relieve de domos

Los domos corresponden a un tipo de relieve volcánico que se forma cuando la lava riolítica, dacítica, traquítica o de obsidiana (lavas ricas en sílice) de alta viscosidad (Holmes, 1980), es extruida por un conducto central en forma lenta, con lo cual se comba. Pueden carecer de cráter, cuando este se ha colmatado por lava, pero la actividad puede continuar a través de efusiones o por medio de un conducto lateral, como lo mostrado en la Figura 2.19.



Figura 2.19 Domo volcánico denominado Cerro de Oro, municipio de Santiago Atitlán, (Foto: C. García, 2010)

En los conos el diámetro puede variar y alcanzar alturas entre los 200 a 500 metros desde su base. Las cimas pueden ser ligeramente convexas a cóncavas, con laderas desde muy empinadas hasta subverticales.

Desde el punto de vista de aplicación a los suelos presentan características particulares, por lo que comúnmente se separan como geoformas independientes. El uso agropecuario es restringido o nulo, encontrándose ubicados en los municipios de Santiago Atitlán y San Pedro La Laguna.

Las laderas (parte intermedia o flanco de un tipo de relieve, de perfil generalmente rectilíneo o irregular) son la forma del terreno que caracteriza a este tipo de relieve.

2.2.2.3 Tipo de relieve de filas y vigas

Este tipo de relieve también es conocido como crestas ramificadas y son producto de la disección que ha afectado el levantamiento orogénico. Debido a la configuración montañosa de la mayoría del departamento, estas geoformas están distribuidas en los 19 municipios que lo conforman. Se encuentran constituidas por rocas ígneas extrusivas (basalto y/o andesita) y por piroclastos no consolidados (pómez, ceniza o 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 2.20).



Figura 2.20 Filas y vigas (crestas ramificadas), constituidas por rocas graníticas y piroclastos no consolidados. Municipio de San Marcos La Laguna (Foto: W. González, 2010)

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 y 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).

Las laderas (parte intermedia o flanco de un tipo de relieve, de perfil generalmente rectilíneo o irregular), corresponden con la forma del terreno determinado.

2.2.2.4 Tipo de relieve de lomas

Este tipo de relieve, se presenta generalmente asociado a los relieves de filas y vigas, por lo que se distribuye en los municipios de Sololá, Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Lucía Utatlán, San Juan La Laguna, San Andrés Semetabaj, San José Chacayá, Santa María Visitación, Concepción, San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán, Santa Clara La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Santa Catarina Palopó y San Pedro La Laguna. Las lomas se caracterizan por presentar altura



Figura 2.21Tipo de relieve de lomas en paisaje de montaña, intensamente cultivadas, Aldea Parraxquim, municipio de Nahualá (Foto: W. González, 2010)

media, con circunferencia basal alargada y relieve formado de dos vertientes que se inclinan en dirección opuesta, con desniveles menores de 300 metros; su relieve va de 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 los deslizamientos y la erosión hídrica (laminar y en surcos), especialmente si el uso de las tierras no es adecuado.

En las lomas mostradas en la Figura 2.21, dominan materiales piroclásticos no consolidados (pómez, lapilli y ceniza). Las pendientes suelen ser cortas y convexas, en rangos de 12-25% y 25-50 %. Debido a que se presentan asociadas con las filas y vigas, se encuentran dispersas por todo el departamento, a excepción de las áreas que ocupan los estrato volcanes.

Su forma del terreno son las laderas (parte intermedia o flanco de un tipo de relieve, de perfil generalmente rectilíneo o irregular).

2.2.2.5 Tipo de relieve de glacís

Este tipo de relieve se ha encontrado principalmente en los municipios de Sololá, Santa Lucía Utatlán, San Andrés Semetabaj, San Juan La Laguna, San José Chacayá, Santa Catarina Ixtahuacán, Nahualá, San Pedro La Laguna, Concepción y Santa Catarina Palopó.



Figura 2.22 En el primer plano se observa el tipo relieve de glacís, usado con caficultura bajo sombra y relictos de bosque, municipio de San Juan La Laguna (Foto: W. González, 2010)

Se caracteriza por presentar procesos agradacionales, que por acción de la gravedad y del escurrimiento difuso, han modificado el gradiente de las laderas principales de las filas, vigas y lomas originando planos inclinados (áreas de poca extensión denominadas glacís, constituidos por depósitos superficiales coluviales, homogéneos en su mineralogía y de granulometría fina), este se muestra en la Figura 2.22.

La conformación geológica de la zona explica, en varios casos, la presencia de suelos enterrados vinculados con la sucesión de más de una erupción volcánica.

2.2.2.6 Tipo de relieve de mesas

Este tipo de relieve se localiza en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Panajachel y Concepción.



Figura 2.23 Tipo de relieve de mesa en el paisaje montañoso. Municipio de Santa Catarina Ixtahuacán (Foto: W. González, 2010)

El relieve es estructural, se caracteriza por su poca extensión, además de estar elevado,

ya que posee una superficie casi plana (pendiente inferior al 7%) por estar elevados y rodeados de escarpes y barrancos. En la mesa se presentan un proceso intenso de abrasión, razón por la cual el substrato rocoso puede estar próximo a la superficie. Un ejemplo de este tipo de relieve se muestra en la Figura 2.23.

El plano de mesa (superficie plana superior) se identificado como la forma del terreno de este tipo de relieve.

2.2.2.7 Tipo de relieve de escarpes

Estas geoformas se han determinado en los municipios de San Antonio Palopó, San Andrés Semetabaj, San Juan La Laguna, Santa Clara La Laguna, San Pedro La Laguna y Santiago Atitlán.

Los escarpes se han originado por combinación de eventos tectónicos, fallamiento o erosión geológica, tal como se muestra en la Figura 2.24. Estas geoformas presentan un relieve muy escarpado (de allí su nombre), y 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 o lapilli).



Figura 2.24 Laderas escarpadas del interior del cráter del antiguo volcán Los Chocoyos, cubiertas de bosque natural asentado sobre suelos superficiales, municipio de Santiago Atitlán (Foto: W. González, 2010)

La ladera (parte intermedia o flanco de un tipo de relieve, de perfil generalmente rectilíneo o irregular) se ha identificado como su forma del terreno.

2.2.2.8 Tipo de cañones y cañadas

Se ha encontrado este tipo de relieve en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Santiago Atitlán, Sololá, Nahualá, San Antonio Palopó y San Andrés Semetabaj.

Las disecciones de los estrato-volcanes se convierten en cañones y cañadas, a medida que se van profundizando por acción generalmente de las corrientes efímeras, las cuales, en época de lluvias, arrastran materiales piroclásticos no consolidados y terminan configurando



Figura 2.25. En la fotografía de la izquierda se observa un cañón del estrato-volcán San Pedro con huellas de corrientes erosivas recientes y a la derecha se muestra un cañón estabilizado donde se ha formado suelo y abundante vegetación (Fotos: W. González, 2010)

valles en forma de "V", los cuales contienen como formas del terreno a las laderas, Algunas de estas geoformas se han estabilizado, permitiendo la formación de suelos y procesos muy importantes de colonización vegetal, otras dejan al descubierto los materiales geológicos originales y, al irse disectando causan desestabilización en su área de influencia y pérdida continuada de suelos; dos ejemplos de lo indicado se muestran en la Figura 2.25.

Su forma del terreno son las laderas (parte intermedia o flanco de este relieve, su perfil es generalmente rectilíneo o irregular).

2.2.2.9 Tipo de relieve de vallecitos

Los vallecitos se localizan en los municipios de Panajachel, Sololá, San Pablo La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Cruz la Laguna, Santa María Visitación, San Juan La Laguna, San Marcos La Laguna, San Lucas Tolimán, Santa Clara La Laguna, Nahualá y Concepción; distribuidos alrededor de las márgenes de los principales ríos del departamento.



Figura 2.26 Pequeños abanicos aluviales, formados por desplayamientos de vallecitos en la desembocadura de los ríos que drenan sus aguas al Lago de Atitlán (Foto: W. González, 2010)

Los vallecitos corresponden a la forma del terreno plano aluvio-coluvial, con pendientes inferiores al 3%. Los depósitos superficiales que constituyen los vallecitos están compuestos por piroclastos no consolidados (pómez, lapilli y ceniza), se encuentran cultivados con pastos, maíz, frijol y hortalizas.

La forma del terreno de los vallecitos es el plano aluvio-coluvial (formas alargadas y aplanadas, limitadas por dos elevaciones).

2.2.2.10 Tipo de relieve de reborde de lago

Este tipo de relieve se determinó únicamente para el municipio de Santiago Atitlán.



Figura 2.27 Reborde de lago, municipio de Santiago Atitlán (Foto: C. García, 2010)

Corresponde a las unidades geomorfológicas colindantes con las márgenes del Lago de Atitlán, específicamente los bordes de las laderas inferiores de los volcanes Atitlán y San

Pedro, que muestran una fuerte influencia de acumulaciones fluvio-lacustres debido a que en épocas pasadas eran parte de la cuenca lacustre.

Estas geoformas tienen la particularidad de que en época de lluvias, cuando el lago aumenta de nivel, buena parte de ellas son inundadas nuevamente. Presentan como forma del terreno el plano de inundación (áreas de amortiguación del lago en época de lluvias), identificados en el borde de la parte sur del lago de Atitlán, municipio de Santiago Atitlán (Figura 2.27).

2.2.3 Paisaje de altiplano hidro - volcánico

El paisaje de altiplano, en su conformación actual, corresponde geológicamente al período Cuaternario, a partir del cual los eventos volcánicos acaecidos, sepultaron con capas de piroclastos no consolidados (ceniza, pómez, lapilli y tefras) las geoformas existentes. Posteriormente, el discurrir de las corrientes de agua sobre la superficie del terreno y la acción de procesos de disección han producido los actuales tipos de relieve, siendo estos: abanico, cañones y cañadas, escarpe, lomas, terrazas y vallecito, los cuales se mencionan en el Cuadro 2.4.



Figura 2.28 Paisaje de altiplano intensamente cultivado, municipio de Sololá (Foto: J. del Cid, 2010)

Este paisaje se encuentra en los climas semifrío y frío, a altitudes comprendidas entre los 1,800 a 2,700 msnm; ocupa parte del territorio de los municipios de Sololá, Nahualá, San Andrés Semetabaj, Santa Lucía Utatlán, San Antonio Palopó, San José Chacayá, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Clara La Laguna, Santa María Visitación, Concepción, San Lucas Tolimán y San Juan La Laguna.

Cubre una superficie de 9,355 ha correspondientes al 8.0% del total del departamento, con relieves similares a los mostrados en la Figura 2.28.

2.2.3.1 Tipo de relieve de lomas

Este tipo de relieve se determinó para los municipios San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, Sololá, Nahualá, Santa Lucía Utatlán, San José Chacayá, San Lucas Tolimán y Concepción.



Figura 2.29 Tipo de relieve de lomas en el altiplano que, son cultivadas permanentemente, municipio de Nahualá (Foto: W. González, 2010)

Las lomas son tipos de relieve que

alcanzan niveles superiores a los de los planos de terraza y presentan relieve ondulado; están constituidas por depósitos de materiales piroclásticos consolidados (tobas). Se explotan con agricultura intensiva, tal como se puede apreciar en la Figura 2.29.

Las laderas (parte intermedia o flanco de este relieve, su perfil es generalmente rectilíneo o irregular), es su forma del terreno más común y la delineada en este estudio.

2.2.3.2 Tipo de relieve de terrazas

Terrazas se han determinado para los municipios de Sololá, Santa Lucía Utatlán, San Andrés Semetabaj, Nahualá, San Antonio Palopó, San José Chacayá, Concepción, San Lucas Tolimán y Santa Catarina Ixtahuacán.

Son geoformas de relieve plano y ligeramente inclinado, con pendientes de 0 a 3% y 3 a 7%, tal como se muestra en la Figura 2.30. El plano de terraza (parte superior de una terraza y generalmente es su área más extensa), corresponde con su forma del terreno identificada.



Figura 2.30 Terraza de altiplano cultivada con maíz, Municipio de Santa Lucía Utatlán (Foto: W. González, 2010)

Están constituidas por materiales piroclásticos no consolidados (pómez, ceniza y lapilli). Estos materiales, por su poca cohesión, han permitido la disección profunda por las corrientes de agua y la conformación de relieves de laderas fuertemente empinadas.

2.2.3.3 Tipo de relieve de cañones y cañadas

Este tipo de relieve se encontró en los municipios de Nahualá, Santa Lucía Utatlán, Santa Catarina Ixtahuacán, San José Chacayá, San Andrés Semetabaj y Sololá.

Estas geoformas corresponden a relieves originados por procesos de disección en el altiplano, las laderas como sus formas de terreno, son rectilíneas y profundas que alcanzan un gradiente de más del 75% de pendiente. El material litológico predominante son



Figura 2.31 Laderas de un cañón que muestran procesos de remoción en masa. Municipio de Nahualá. (Foto: W. González, 2010)

los piroclastos no consolidados (pómez). Los suelos desarrollados en estos cañones van de superficiales a muy superficiales y están cubiertos por vegetación arbórea y arbustiva, como se muestra en la Figura 2.31. Los cañones son disecciones generalmente con más de 100 metros de profundidad y también de ancho, mientras que las cañadas son menos profundas y más angostas.

2.2.3.4 Tipo de relieve de vallecitos

Estas geoformas se encuentran en los municipios de Sololá, Santa Lucía Utatlán, Nahualá, San José Chacayá y Santa Catarina Ixtahuacán.

Constituyen superficies originadas a partir de los entalles producidos en el altiplano; son de fondo plano y se extienden en forma angosta y alargada; en ellos se presentan cauces de pequeñas quebradas o arroyos tal como se muestra en la Figura 2.32.



Figura 2.32 Vallecito localizado entre lomas, municipio de Sololá (Foto: J. del Cid, 2010)

En estos vallecitos, debido a su configuración dentro de cañones en algunos casos, presentan desbordamientos de las corrientes de agua y debido a los procesos gravigénicos existentes se producen acumulaciones de materiales procedentes de las laderas que los rodean.

Los planos aluvio-coluviales (zonas angostas, alargadas y aplanadas formadas a lado y lado de una corriente de agua, encontrándose limitadas por dos elevaciones), corresponden con la forma del terreno de los vallecitos.

2.2.3.5 Tipo de relieve de abanicos

Este tipo de relieve fue determinado en los municipios de Santa Clara La Laguna, Nahualá, Sololá, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa María Visitación y San Juan La Laguna.

Son geoformas caracterizadas por pendientes rectilíneas, con pendientes entre 3% a 12% (ligeramente planas y ligeramente inclinadas); en algunos sectores los ápices de los abanicos presentan fragmentos de roca en superficie. El origen de estas geoformas es generalmente de tipo coluvial-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 más flujos sucesivos 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 diferente estados depositacionales que se han sucedido en su conformación.

Las formas del terreno identificadas en este tipo de relieve fue el cuerpo de abanico (parte media de un abanico, se ubica entre el ápice y la base o parte distal del abanico). El material que compone los abanicos del área de estudio, corresponde a depósitos superficiales de origen volcánico, constituidos

por piroclastos no consolidados (pómez, ceniza y lapilli), como se muestra en la Figura 2.33.

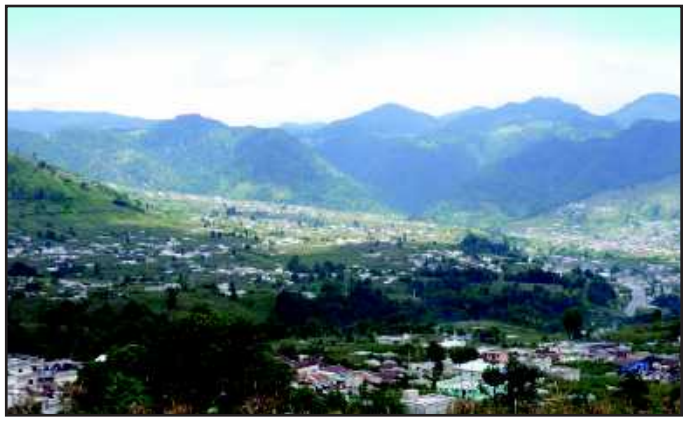


Figura 2.33 Abanico con cultivos de maíz y área del casco urbano del municipio de Nahualá (Foto: W. González, 2010)

2.2.4 Paisaje de piedemonte hidro-volcánico

Este paisaje tiene una extensión de 3,821 ha, equivalente al 3.3% de la superficie departamental, ocupa territorios de los municipios de: Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán y San Lucas Tolimán.

Los pisos térmicos que se encuentran en el piedemonte son: templado y semicálido, con altitudes comprendidas entre los 600 a 1,800 msnm.

El paisaje está representado por el cambio morfológico y abrupto que existe entre las estribaciones del paisaje montañoso, especialmente de los volcanes de Atitlán y Tolimán, así como entre las montañas que circundan los municipios de Nahualá, Santa María Visitación y Santa Clara La Laguna; la superficie que ocupa se caracteriza por ser plana y ligeramente inclinada.

Este paisaje se distribuye en pequeñas zonas localizadas, de forma dispersa, en los municipios indicados en el párrafo anterior. El piedemonte se refiere a una superficie inclinada situada al pie de las vertientes de montaña, definido principalmente por su posición intermedia entre la montaña y la planicie (IGAC, 2005); sin embargo, esta no es la única razón para definirlo. En efecto, corresponde a una unidad geogenética vinculada a un valle ligeramente inclinado, que se extiende al pie de sistemas montañosos y que, además, ha sido formado por la sedimentación de las corrientes de agua que actúan como agentes geomorfológicos y 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, así como de relieves de escarpes y cañones y cañadas.

A continuación se describen las geoformas identificadas en el paisaje del piedemonte hidro-volcánico:

2.2.4.1 Tipo de relieve de abanicos

Esta geoforma se ha localizado en los municipios de Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán y San Lucas Tolimán.

Los abanicos se caracterizan por poseer pendientes rectilíneas, de gradiente variable entre 3% y 12%, con relieve ligeramente plano a ligeramente ondulado; en algunos sectores se encuentran los ápices y cuerpos de abanicos, mostrando fragmentos gruesos de roca en superficie. Su origen es generalmente de tipo coluvio-aluvial y el agente responsable del transporte de los materiales es 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 sucedieron en su conformación (Figura 2.34).



Figura 2.34 Ápice y cuerpo de abanico de relieve ligeramente inclinado a plano, cultivado con café bajo sombra, municipio de San Lucas Tolimán
(Foto: W. González, 2010)

El material que compone los abanicos del área de estudio está integrado por depósitos superficiales de naturaleza volcánica, constituidos por piroclastos no consolidados (pómez, ceniza, lapilli). En esta geoforma los suelos se muestran profundos, con fertilidad natural de media a alta, cultivados con café, hortalizas, maíz, frijol, plátano y aguacate. En las zonas del ápice, donde hay presencia de fragmentos de roca, no existen cultivos y la cobertura vegetal es densa y de matorral bajo.

Las formas del terreno de este tipo de relieve son: el ápice de abanico (parte superior de un abanico) y el cuerpo de abanico (parte media de un abanico, se ubica entre el ápice y la base o parte distal del abanico).

2.2.4.2 Tipo de relieve de escarpes

Se ha observado únicamente en el municipio de San Lucas Tolimán.

El escarpe o talud de abanico se presenta empinado, alcanzando una elevación de más de 10 metros. Su composición litológica es de piroclastos no consolidados. Se encuentran sosteniendo vegetación herbácea y arbórea, tal como se muestra en la Figura 2.35).

La ladera (parte intermedia o flanco de este relieve, su perfil es generalmente rectilíneo o irregular), corresponde con la forma del terreno de este tipo de relieve.



Figura 2.35 Escarpes de abanico, cultivados con café, vía San Lucas Tolimán-Patulul, municipio de San Lucas Tolimán
(Foto: W. González, 2010)

2.2.4.3 Tipo de relieve de cañones y cañadas

Esta geoforma se determinó en los municipios de Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán y San Lucas Tolimán.

Los drenajes, tanto efímeros como de corrientes permanentes, se han encajonado dentro de los cuerpos de los abanicos, originando en algunos sectores tipos de relieve de cañón. Estos

se muestran profundos, amplios y con gradiente de pendiente superior al 75%. Su constitución se caracteriza por la presencia de rocas duras, resistentes a los procesos de diaclasamiento y fractura. Se encuentran con cobertura vegetal arbustiva tal como se muestra en la Figura 2.36. Los territorios de los municipios de San Lucas Tolimán, Santa Catarina Ixtahuacán y Nahualá presentan este tipo de relieve.



Figura 2.36 En la fotografía de la izquierda se aprecia un cañón con cobertura vegetal y a la derecha el fondo de un cañón desprovisto de suelos por el arrastre de materiales (Fotos: W. González, 2010)

Las laderas (parte intermedia o flanco de este relieve, su perfil es generalmente rectilíneo o irregular), es la forma del terreno que se identificó para este tipo de relieve.

2.2.5 Síntesis del aporte de la Geomorfología al estudio de los suelos del departamento de Sololá

Los aspectos geomorfológicos plasmados en este informe corresponden a temas básicos necesarios para entender la relación geomorfología – suelo y sus aplicaciones derivadas, los cuales tienen como sustento el Sistema Jerarquizado de Zinck, 1987, utilizado ampliamente como soporte metodológico para los estudios de suelos.

A través del estudio se delinearon los paisajes de Montaña volcano – erosional, con un área de 91,164 hectáreas, correspondiente al 78.1% de la superficie total del departamento; **Altiplano hidro – volcánico**, con un área de 9,355 hectáreas equivalentes al 8.0% y el paisaje de **Piedemonte hidro – volcánico,** el cual cuenta con 3,821 hectáreas equivalentes al 3.3% de la superficie departamental.

Con los datos antes expuestos permite deducir que la relación paisaje – suelo, está ampliamente dominado por tipos de relieve de zonas montañosas, es decir que hay altas pendientes presentes en todo el departamento. A mayor pendiente, menor acumulación, mayor erosión y la presencia de suelos más delgados (estos aspectos se tratan en el Capítulo 4, Suelos); caso contrario ocurre en los paisajes de Altiplano y Piedemonte, donde las pendientes presentes, son las más bajas, por lo cual se pudo comprobar el dominio de suelos más gruesos y espesos, que pueden soportar mayores prácticas agrícolas.

Con la delineación de las formas externas de la tierra, se conformaron las unidades geomorfológicas, las cuales apoyan diversas etapas de los estudios de suelos como la fotointerpretación; el reconocimiento de suelos en campo, el reconocimiento de los materiales parentales que han dado lugar a los suelos; interpretación de la génesis y evolución de los suelos, delineación de procesos exógenos como la erosión; capacidad de uso y manejo de las tierras, la conformación de las unidades cartográficas de suelos y la aplicación de los estudios a diferentes aspectos.

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 alturas, son considerablemente menos húmedos, por ello Guatemala ingresa en la mitad seca del año que en general, 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

Debido a la influencia que el clima tiene en el desarrollo de los suelos de una región, principalmente los parámetros temperatura y humedad, a continuación se realiza una descripción de las características principales de los elementos climáticos indicados.

2.3.1.1 Temperatura

De forma general se puede mencionar que la distribución de las temperaturas medias anuales en el departamento se comporta de la manera siguiente: en la parte norte el intervalo que predomina está entre 8 y 15.5 ºC, en la región central que rodea el lago de Atitlán entre 15.0 y 18.5 ºC y en la parte sur se encuentra entre 18.0 y 23.0 ºC.

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

La distribución de las precipitaciones medias anuales en el departamento, varía en el sector sur de 4,500 mm anuales sobre el límite con el departamento de Suchitepéquez a los 1,600 mm anuales donde se inicia los estrato volcanes (predominancia de los climas semicálido y templado); en el sector central del departamento se establece un intervalo de 1,600 a 1,200 mm (predominancia de los climas templado, semifrío y frío); mientras que el sector norte tiene un intervalo de precipitaciones entre 1,200 a 1,000 mm (climas frío y muy frío). De acuerdo a lo mencionado, la zona más húmeda y de mayores precipitaciones se encuentra en el municipio de Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán (al suroccidente del departamento), mientras que en el resto de municipios (zona media y norte-este), el volumen de precipitación disminuye y se presentan áreas más secas (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.

2.3.1.3 Climadiagramas

El departamento de Sololá únicamente cuenta con 3 estaciones meteorológicas del INSIVUMEH: El Tablón, El Capitán y Santiago Atitlán. La estación el Tablón se ubica al norte del departamento y las estaciones Santiago Atitlán y El Capitán al sur. Respecto a la serie de datos históricos, las estaciones El Capitán y Santiago Atitlán cuentan con registros de al menos 37 años (1970-2007), mientras que la estación El Tablón cuenta con un registro de 14 años (1993-2007); los datos indicados fueron utilizados para el estudio de clasificación climática, realizado por la UPGGR-MAGA (2009) para el proyecto de levantamiento de suelos. En las Figuras 2.37-1 a 2.37-3 se presentan los climadiagramas de las estaciones en mención.

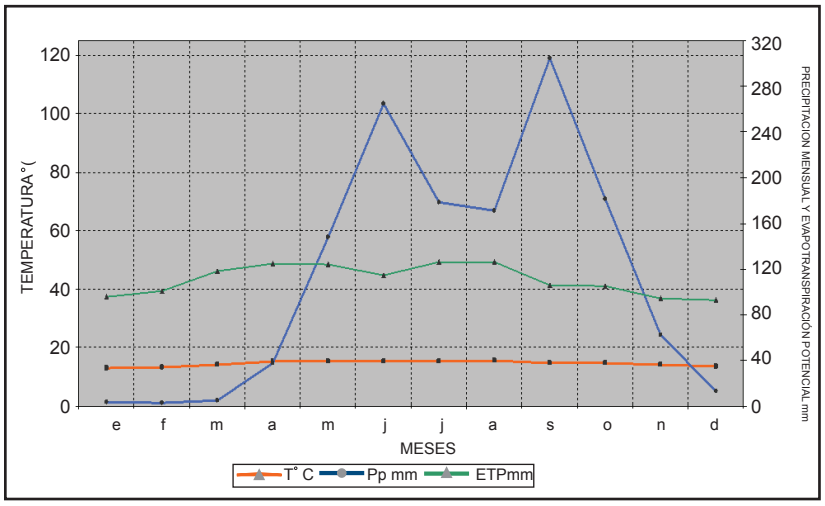


Figura 2.37-1 Climadiagrama desarrollado para la estación El Tablón (2,397 msnm)

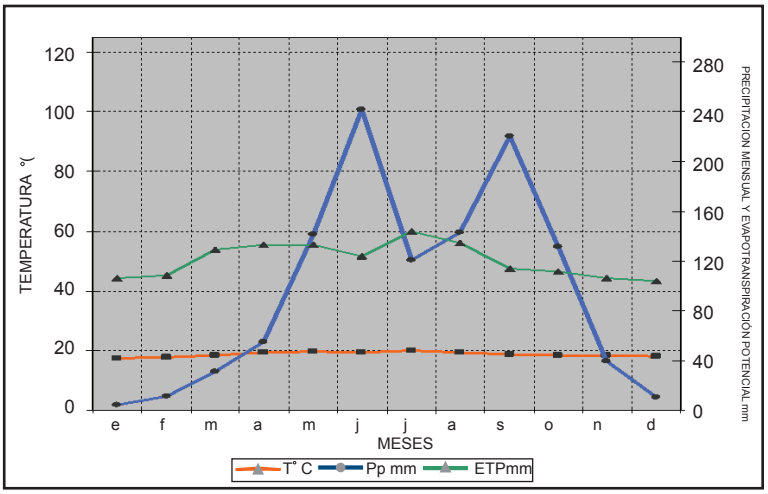


Figura 2.37-2 Climadiagrama desarrollado para la estación Santiago Atitlán (1,580 msnm)

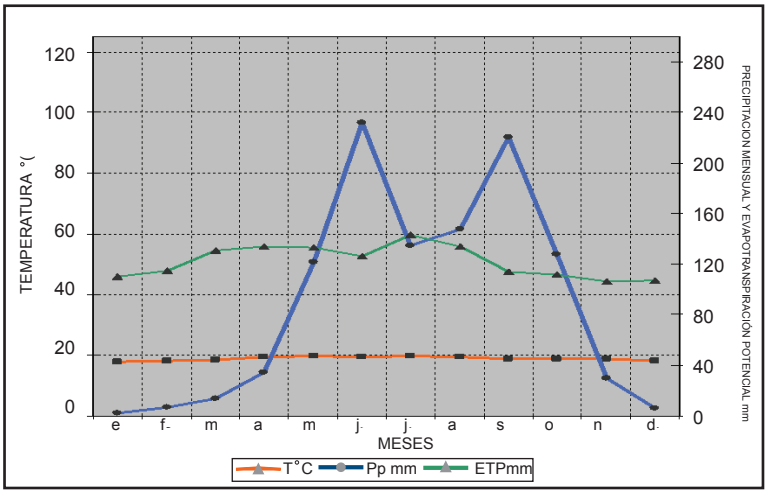


Figura 2.37-3 Climadiagrama desarrollado para la estación El Capitán (1,562 msnm)

De acuerdo a lo presentado en las figuras anteriores, las 3 corresponden a climadiagramas de la región ústica del departamento, es decir aquella donde el suelo permanece completamente seco por más de 3 meses y de acuerdo con el mapa mostrado en la Figura 2.38 esta es la región con mayor superficie a nivel del departamento.

En la región sur del departamento hay un área con mayores precipitaciones que imponen **características údicas** al suelo, es decir que los mismos están secos durante tres meses o menos; esto se observa en la Figura 2.38-1 y 2.38-2, donde se muestran climadiagramas que corresponden al clima templado muy húmedo (O) en el área sur de los municipios de San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán, Santa Catarina Ixtahuacán y suroccidente de Nahualá y al clima semicálido muy húmedo (Y) identificado al sur de los municipio de Santiago Atitlán, Santa Catarina Ixtahuacán y suroccidente de Nahualá, en límites con el departamento de Suchitepéquez; 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 meteorológicas en la zona.

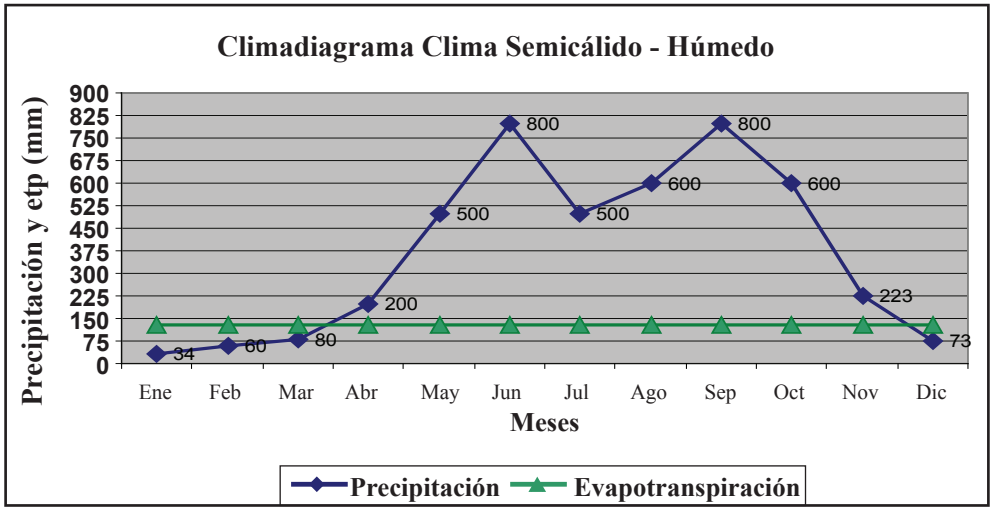


Figura 2.38-1 Climadiagrama desarrollado para el clima semicálido muy húmedo de Sololá (950 msnm)

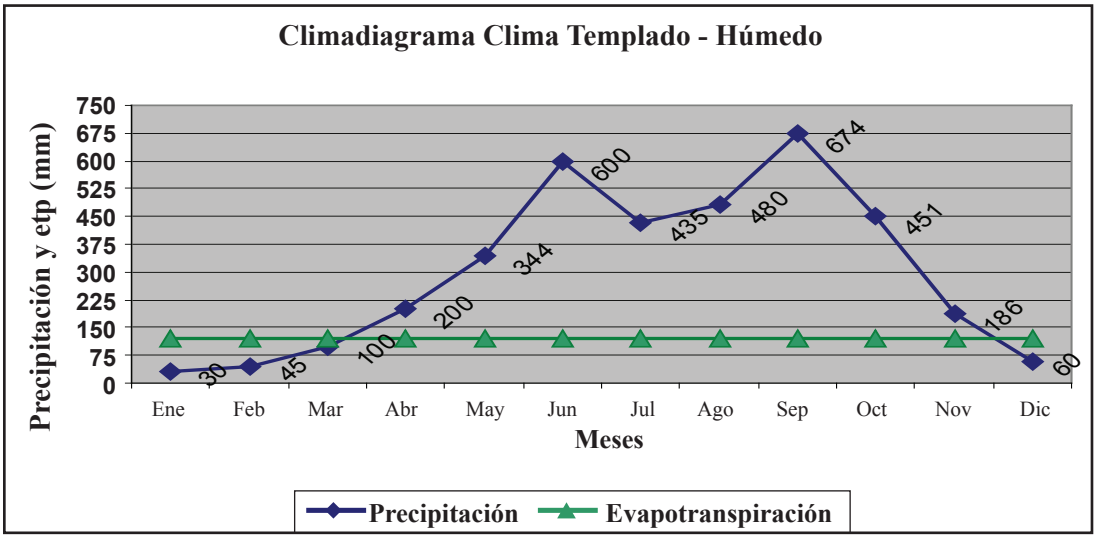


Figura 2.38-2 Climadiagrama desarrollado para el clima templado muy húmedo de Sololá (1,270 msnm)

2.3.2 Clasificación climática

2.3.2.1 Clima Ambiental

La clasificación del clima ambiental se llevó a cabo mediante una adaptación del Sistema Thornthwaite (UPGGR, 2009), cuyos parámetros y métodos se describen en el Anexo 1: Métodos y Procedimientos, de este documento. Con esta clasificación se identificaron para el departamento de Sololá 7 pisos térmicos. En el cuadro A-5 del Anexo A se presentan los tipos de clima determinados para el país y de la misma se establecieron para el departamento de Sololá 8 tipos de clima, los cuales se describen a continuación en el orden: extremadamente frío húmedo (Z), muy frío húmedo (D), frío húmedo (J), semifrío húmedo (S), templado muy húmedo (O), templado húmedo (B), templado subhúmedo (Q) y semicálido muy húmedo (Y); los cuales se presentan en la Figura 2.39 conforme el orden indicado. Adicional a esto, para las zonas que presentan cañones y cañadas, se han definido las combinaciones climáticas siguientes: Semifrío húmedo a frío húmedo, Templado muy húmedo a templado húmedo, Semicálido húmedo a frío húmedo.

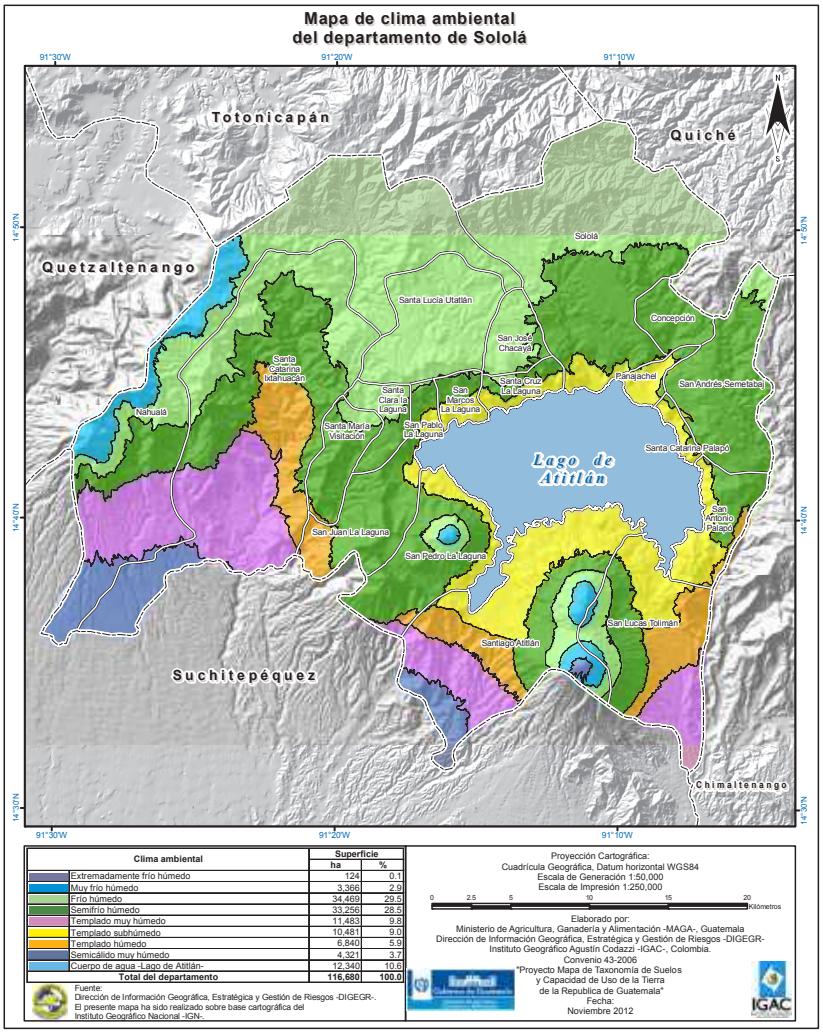


Figura 2.39 Mapa de clasificación climática del departamento de Sololá

De acuerdo con la leyenda del mapa de clasificación climática, se observa que el clima predominante en el departamento es el frío húmedo (J) ocupando un total de 34,469 ha, que corresponde al 29.5% del área; le sigue el clima semifrío húmedo (S), ocupa un total de 33,256 ha, correspondiente al 28.5% del total departamental. Aunque los datos de las estaciones no los detecta, por el método de análisis realizado, se estableció que existe una correlación entre altitud y temperatura, por lo que en las partes más altas del departamento se presentan climas específicos como el "muy frío húmedo" ocupando el 2.9% del área y "extremadamente frío húmedo" que abarca el 0.1% del territorio, ubicados principalmente en la cima de los volcanes.

La existencia de estos 8 tipos climáticos, mostrados en la Figura 2.42, está determinada principalmente por estar ubicado el departamento sobre el complejo montañoso del Altiplano Central, el gradiente decreciente de humedad de sur a norte y el factor altitudinal. Los tipos de mayor humedad están ubicados a barlovento del viento dominante del Pacífico, abarcando principalmente las áreas del sur occidente del departamento donde las lluvias principalmente son de tipo orográfico. Al norte del lago de Atitlán, la humedad tiende a reducirse, predominando el tipo subhúmedo como consecuencia natural de su mayor grado de continentalidad.

2.3.2.2 Clima edáfico

Es el clima del suelo, se utiliza con fines de uso y clasificación, tomando en cuenta la temperatura media, como sus fluctuaciones anuales.

Las razones para estudiar el clima del suelo radican en la influencia que tiene como factor que interviene en su formación y desarrollo, uso agrícola (selección de plantas de cultivo), actividad biológica y regulador ambiental; como consecuencia de lo expresado siempre es considerado en su clasificación.

El clima del suelo está condicionado, en gran medida, por el clima ambiental; no obstante las características de cada uno de ellos influyen en sus relaciones y correspondencias.

Las dos características que definen el clima del suelo son temperatura y humedad; las cuales se detallan a continuación:

A). Regímenes de temperatura de los suelos

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, así como las prácticas agrícolas.

Las lecturas de temperatura edáfica para el departamento de Sololá, 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; se clasifica de acuerdo a los siguientes rangos:

- **Isofrígido:** menor de 8 grados Celsius.
- **Isomésico:** entre 8 y 15 grados Celsius.
- **Isotérmico:** entre 15 y 22 grados Celsius.
- **Isohipertérmico:** mayor de 22 grados Celsius.

El término “iso” se utiliza en estos regímenes para señalar que la variación de la temperatura entre los meses más fríos y los más cálidos es inferior a 6 grados Celsius.

B). Clima edáfico del departamento de Sololá

Para el departamento de Sololá se tomaron, las temperaturas (en campo) de los suelos en su sección control (a 50 cm o en el límite con una capa limitante) con la finalidad de tener un criterio sólido para 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.

Los datos e información que se presentan en este capítulo constituyen una aproximación a la realidad, dado que se tomaron durante los meses de agosto y septiembre del año 2010; estos meses corresponden a la estación lluviosa del departamento. Lo anterior debe tenerse presente al evaluar la confiabilidad de los datos ya 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. No obstante, ya que no existen otras mediciones, los datos obtenidos facilitan estimar los regímenes sin extrapolar criterios de otras latitudes (número de grados que se deben agregar a la temperatura ambiental).

En la Figura 2.40 se muestran gráficamente los resultados obtenidos en las tomas de temperatura edáfica, en especial aquellos referidos a las relaciones entre la altura sobre el nivel del mar, la temperatura ambiente y la temperatura de los suelos. Con base en los mismos se llega a las siguientes conclusiones de carácter general por las razones previamente anotadas.

- La temperatura del suelo es mayor, aproximadamente 2°C, que la temperatura del aire (siempre referida a los mismos meses). Esta tendencia se mantiene en forma constante desde la menor altura estudiada (alrededor de los 890 msnm) y hasta los 3,300 msnm aproximadamente. Sin embargo en mediciones hechas en el departamento de Sacatepéquez (DIGEGR, 2010), a medida que aumenta en altitud, la variación oscila entre 0.5 y 2°C.

- La caracterización obtenida para el departamento y el análisis estadístico a que se sometieron los datos y sus resultados está resumido en la Figura 2.40.

- Con base en los resultados comentados, en su correspondencia con las temperaturas ambientales disponibles y aplicando los criterios consignados en la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010) para establecer los regímenes de temperatura de los suelos, se caracterizaron los regímenes de temperatura para el departamento. Obviamente se tuvo en cuenta la variación anual, menor de 6 grados centígrados, entre los promedios de los meses más cálidos y más fríos, que corresponden al verano e invierno del hemisferio norte. Los regímenes están consignados en la taxonomía de los suelos que se presenta en los capítulos siguientes y se señalan en el mapa de la Figura 2.41, en conjunto con sus áreas y porcentajes respectivos.

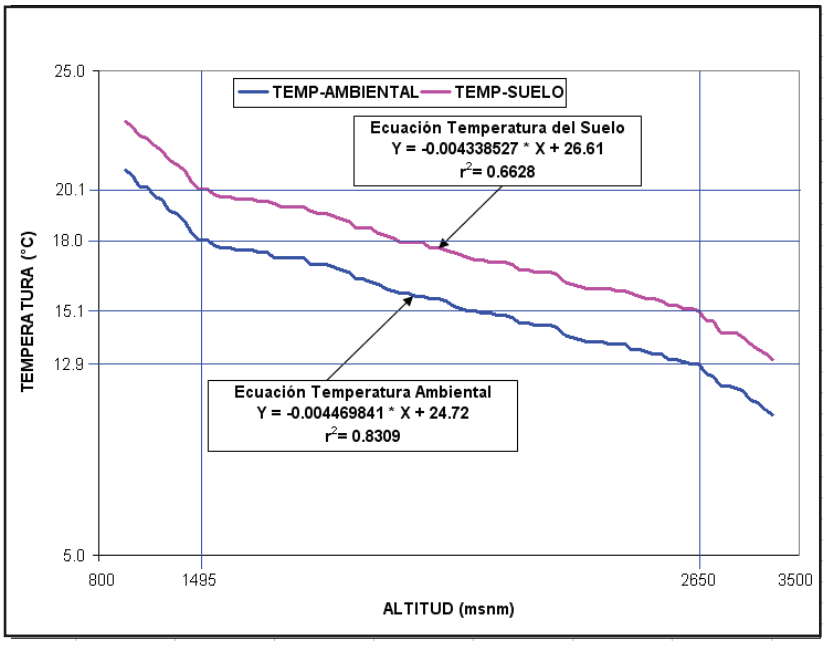


Figura 2.40. Relaciones entre la altura sobre el nivel medio del mar, la temperatura ambiental y la temperatura del suelo en el departamento de Sololá (mediciones realizadas en agosto y septiembre del año 2010 -estación húmeda-)

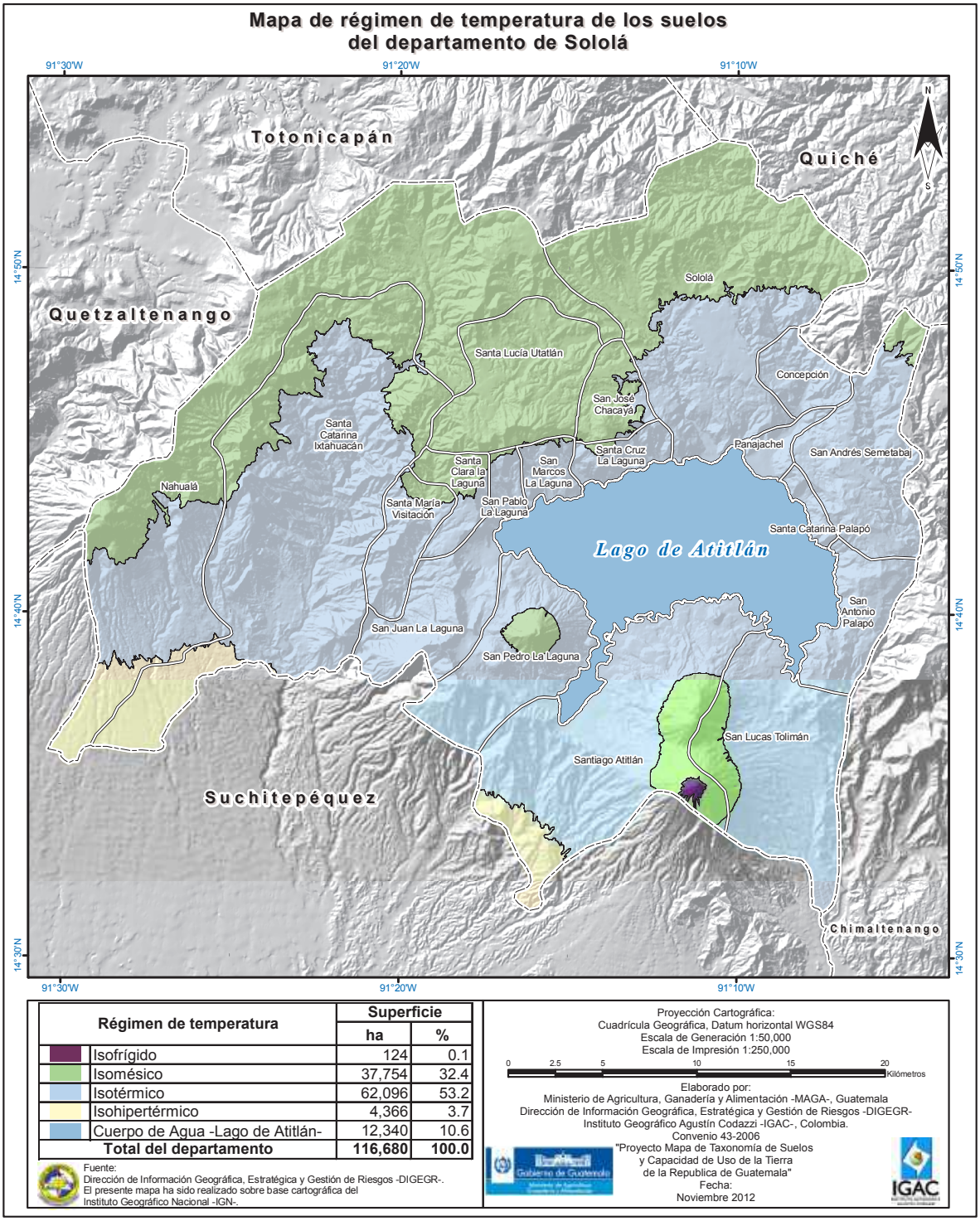


Figura 2.41 Mapa de distribución de los regímenes de temperatura en el departamento de Sololá

De acuerdo con el orden presentado en la leyenda del mapa anterior, los regímenes de temperatura vienen de mayor a menor altura y por lo tanto el primer lugar es el régimen **isofrígido** que ocupa 124 hectáreas (0.1% del total de superficie) y se le encuentra en la cima del volcán de Tolimán; el régimen **isomésico** ocupa 37,554 hectáreas (32.4%) y se localiza en la parte alta de los estrato-volcanes y buena parte de la zona montañosa del noreste y centro del departamento; el régimen **isotérmico** ocupa 62,096 hectáreas (53.2%) se distribuye de este a oeste del departamento desde la parte media hacia hacía el sur; finalmente el régimen isohipertérmico ocupa 4,366 hectáreas (3.7%) en dos sectores del sur del departamento.

- **Regímenes de humedad de los suelos**

  Los regímenes de humedad de los suelos, de acuerdo con la Taxonomía Norteamericana (Soil Survey Staff, 2010), se concreta en los términos "regímenes de humedad". Estos hacen referencia a la presencia o ausencia de agua retenida por el suelo a tensiones menores de 1500 kPa, considerado el límite para que sea absorbida por la mayoría de plantas mesofíticas.

  Cuando se supera este valor se considera que el suelo está seco (punto de marchitamiento permanente para las plantas).

  En la aplicación del concepto, inherente a los regímenes de humedad, se deben considerar dos aspectos críticos: la variabilidad de la humedad a través del tiempo y la profundidad a la que se mide.

  La variabilidad de la humedad se establece para "años normales "es decir considerando precipitaciones promedio mensuales que estén en el rango de más o menos una desviación estándar, durante 30 o más años.

  La profundidad a la cual se mide la humedad corresponde a la "sección control" para su estudio. Esta se estableció como un intento para estimar los regímenes de humedad a partir de datos climáticos (Soil Survey Staff, 2010). Su espesor varía dependiendo de las múltiples variables que influyen en la dinámica del agua; una manera de estimarla es recurrir a los grupos texturales, tomando como aproximación las siguientes profundidades:

  ► Grupos texturales finos: entre 10 y 30 cm.
  ► Grupos texturales medios: entre 20 y 60 cm.
  ► Grupos texturales gruesos: entre 30 y 90 cm.

Con la finalidad de establecer los regímenes de humedad para los suelos de departamento de Sololá se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

a. La clasificación climática utiliza promedios de precipitaciones y temperaturas **anuales.**

b. La temperatura tiene como principal característica ser de carácter **isotermal,** en cambio la precipitación **varía** a través del año de manera **muy marcada**, estableciendo estaciones muy secas, que alternan con las muy húmedas. Las características "húmedas" "que califican los pisos térmicos en la clasificación climática **no toman en cuenta esta distribución.**

c. Con la finalidad de estimar los regímenes de humedad de los suelos y teniendo en cuenta el punto anterior se elaboraron **diagramas climáticos (climadiagramas)** para las tres estaciones que tenían

datos de evapotranspiración. No se pudieron establecer balances hídricos debido a la carencia de información completa en cuanto a la capacidad de retención de humedad por el suelo. Con base en estas consideraciones se estimaron los regímenes de humedad de los suelos.

Los regímenes de humedad de los suelos en el departamento de Sololá, mostrados en la Figura 2.42, son los siguientes:

- **Régimen Ústico:** caracteriza suelos cuya sección control permanece seca (toda o en parte) durante 90 o más días acumulados durante el año y húmeda (en alguna de sus partes) por más de 180 días acumulados o 90 consecutivos a través del año. Está presente en 88,492 ha, que corresponden al 75.83% del área del departamento.

- **Régimen Údico:** suelos que se caracterizan porque la sección control no está seca en ninguna de sus partes durante 90 días acumulados a través del año. Cubre una extensión de 15,807 ha, que representan el 13.55% del departamento.

- **Régimen Ácuico:** este régimen implica condiciones de reducción (sin o con muy poco oxígeno disuelto) de tal manera que se afecte el desarrollo de los organismos. En él es común encontrar saturación con agua no corriente. Su extensión es muy baja, ya que únicamente ocupa 41 ha (0.04% del departamento).



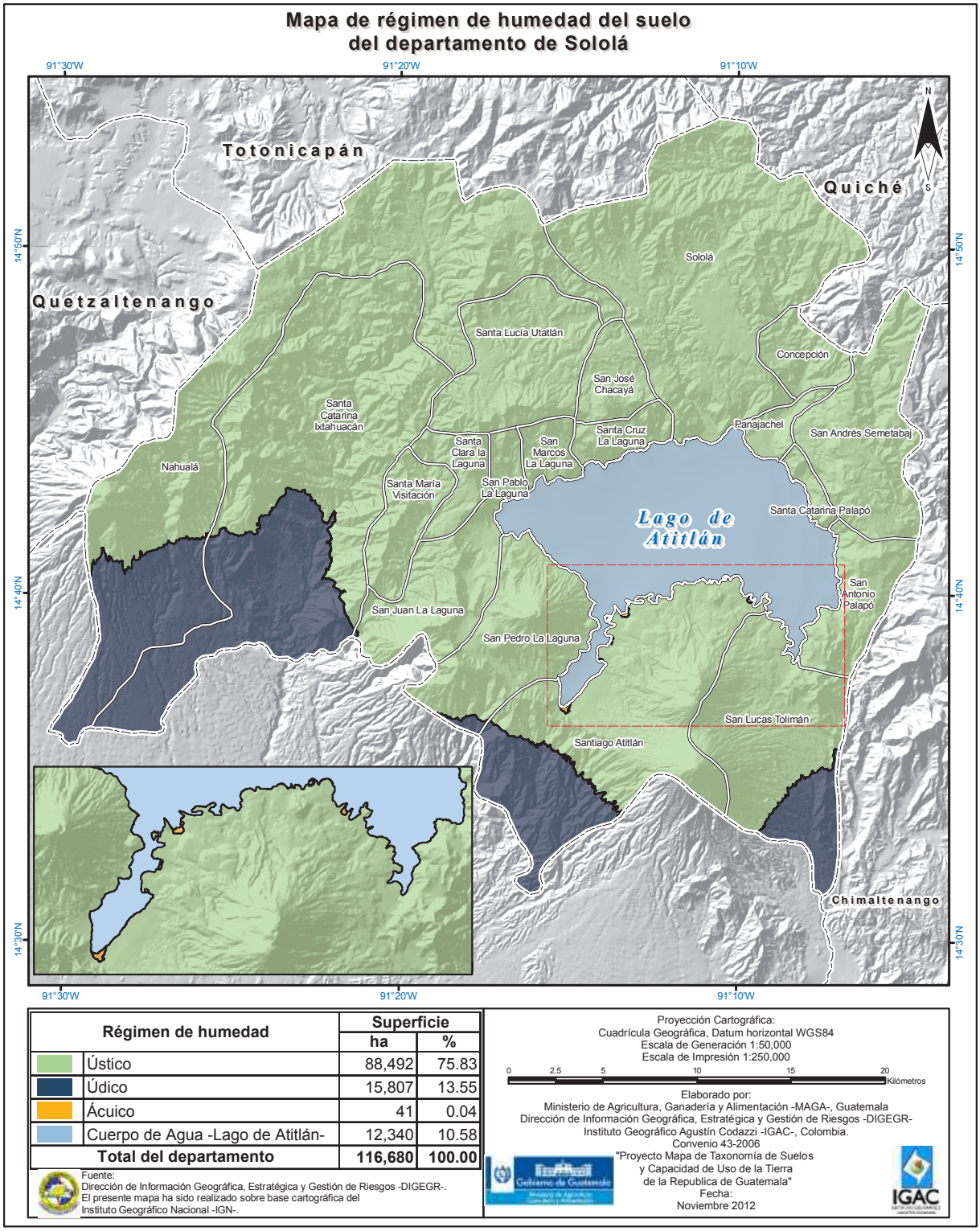


Figura 2.42 Mapa de distribución de los régimenes de humedad en el departamento de Sololá

2.4 HIDROLOGÍA

El sistema hidrológico nacional se divide en 3 vertientes (Mar Caribe, Océano Pacífico y Golfo de México), las cuales están integradas por 38 cuencas hidrográficas. Por la posición geográfica en que se ubica el departamento de Sololá, este es atravesado por la divisoria de las vertientes del Océano Pacífico y del Mar Caribe, esta última incluye solo una pequeña parte del norte del municipio de Sololá; a partir de esta divisoria, el territorio departamental se divide en 6 cuencas hidrográficas, tal como se presenta en el Cuadro 2.4:

Cuadro 2.4 Divisoria de cuencas hidrográficas de Sololá

Vertiente	Cuenca	Superficie	
		Ha	%
Vertiente del Caribe	Motagua	3,701	3.2
Vertiente del Océano Pacífico	Lago de Atitlán	51,742	44.4
	Nahualaté	46,938	40.2
	Madre Vieja	11,953	10.2
	Sis-Icán	1,774	1.5
	Samalá	572	0.5
	Total	**116,680**	**100.00**

Fuente: MAGA, 2004

Los ríos de las vertientes del Pacífico están caracterizados por originarse a alturas medias de 3,000 msnm, las pendientes se presentan en el rango de 10 a 20% y en los sectores con influencia volcánica, se acarrean grandes volúmenes de escoria y ceniza volcánica, lo que determina que estos mantengan cursos inestables y provoquen inundaciones en su parte baja (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1 Descripción de las cuencas hidrográficas del departamento

La descripción de las cuencas se hace conforme el orden por vertiente presentado en el Cuadro 2.4.

2.4.1.1 Cuenca del río Motagua

La cuenca ocupa el 3.2% del territorio departamental, específicamente una pequeña fracción territorial del norte del municipio de Sololá. El curso principal es el río Motagua, los principales afluentes son los ríos Chinimayá, Chopac, La Ciénega, Nimayá, Santo Domingo y Xaltayá. 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 Lago de Atitlán

Esta cuenca abarca el 44.4% de la superficie del departamento, incluye a los municipios de Sololá, San José Chacayá, Concepción, Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Marcos La Laguna, Santa Cruz La Laguna, San Pablo La Laguna, parcialmente abarca los municipios de Santa Lucía Utatlán, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna, Santa Clara La Laguna y Nahualá. Los principales ríos que drenan sus aguas hacia el lago de Atitlán son el Quiscab y el Panajachel. El registro para la estación hidrométrica El Jaibal, sobre el río Quiscab indica un caudal promedio anual de 1.86 m3/s; mientras que la estación Concepción Potrero, sobre el río Panajachel, indica un caudal promedio anual de 0.57 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1.3 Cuenca del río Nahualaté

El 40.2% del área del departamento es abarcado por esta cuenca, incluye a los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Santa María Visitación y parcialmente a los municipios de Nahualá, Santa Lucía Utatlán, Santa Clara La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna y Santiago Atitlán. El curso principal es el río Nahualaté, los principales afluentes son los ríos: Moca, Nicá, Yatza, Tzojoma, Ixtacapa y La Cal. El registro para la estación Nahualaté, indica un caudal promedio anual de 0.84 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1.4 Cuenca del río Madre Vieja

Esta cuenca tiene una participación del 10.2% del territorio departamental, abarca de forma parcial los municipios de San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó y San Lucas Tolimán. El cauce principal es el río Madre Vieja que sirve de límite departamental con el departamento de Chimaltenango, los principales afluentes son los ríos Los Molinos, Canalitos, El Molino, La Vega y Nicán, que fluyen en dirección norte-sur y confluyen al río Madre Vieja. El registro para la estación Panibaj, sobre el río Madre Vieja, indica un caudal promedio anual de 1.45 m^3/s (INSIVUMEH, 2004).

2.4.1.5 Cuenca del río Sis-Icán

La cuenca del río Sis-Icán corresponde al 1.5% del área total del departamento, ubicada en el extremo sur del municipio de Nahualá; donde nace el río Sis-Icán y no se presentan estaciones hidrométricas.

2.4.1.6 Cuenca del río Samalá

Esta cuenca tiene únicamente una participación de 0.5% en el territorio departamental, por ser los bordes del parteaguas oeste del departamento, colindando con Quetzaltenango, no hay ríos en la superficie abarca y por ende tampoco estaciones hidrométricas dentro del departamento.

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 (Lago de Atitlán, ríos, arroyos, manantiales y nacimientos perennes) 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 se realiza 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 (MAGA, 2001).

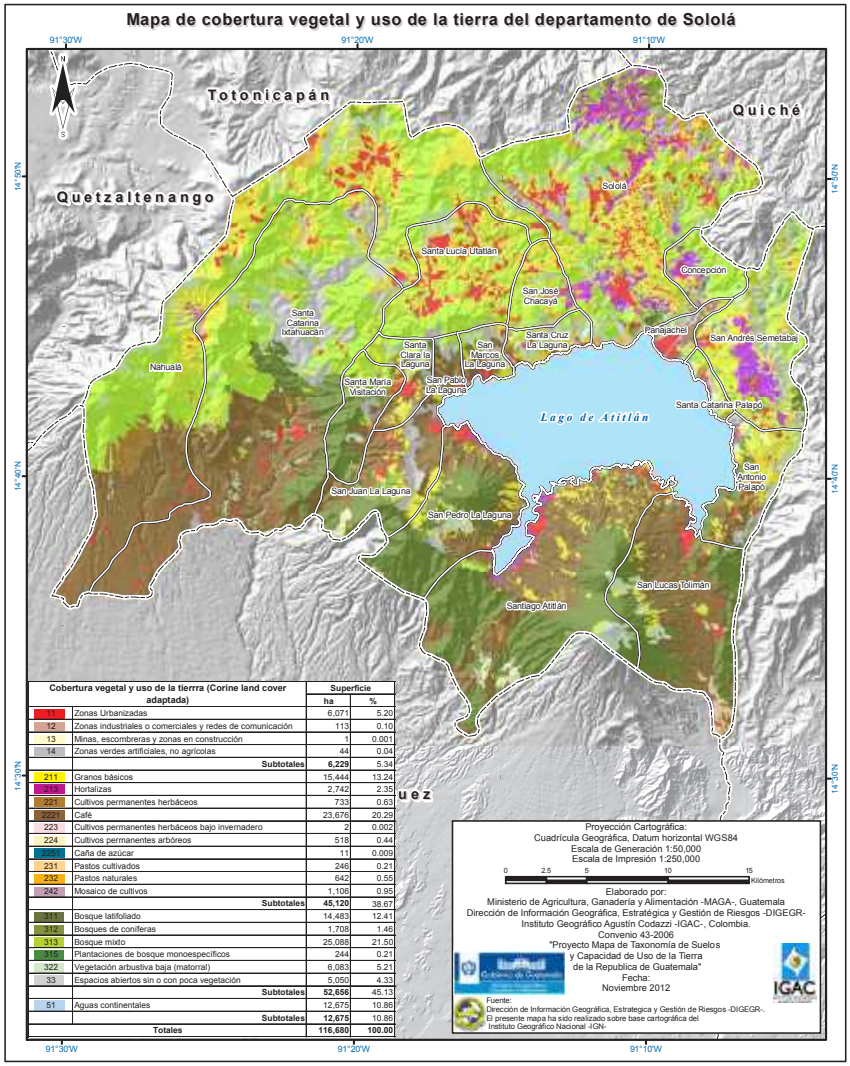
- **Aprovechamiento para riego agrícola:** aunque la cantidad de agua precipitada es suficiente durante la época lluviosa para el desarrollo de cultivos agrícolas anuales y permanentes, durante la época seca y las "canículas", se hace necesario aplicar agua para uso consuntivo de las plantas cultivadas, principalmente hortalizas y flores. Ante la carencia de fuentes de agua superficiales aprovechables, la principal práctica de riego realizada es por medio de aspersión; esta es operada a partir de bombeo en pozos artesanales (MAGA, 2001).

- **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 el beneficiado del café, producción pecuaria (avícola y ganadera), piscicultura a pequeña escala y otras (MAGA, 2001).

- **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). Ello afecta tanto la calidad del recurso como la salubridad de los pobladores aguas abajo (MAGA, 2001).

2.5 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA

La DIGEGR del MAGA (2011) condujo un estudio que permitió establecer el estado actual de la cobertura vegetal y el uso de la tierra del departamento de Sololá. Se trabajó digitalizando sobre ortofotos a escala 1:15,000 provenientes de las fotografías aéreas digitales tomadas entre el año 2006 y el año 2007; la información se actualizó durante el mes de febrero del año 2011 por medio de talleres con expertos locales de cada municipio, estructurándose la leyenda con base en la metodología CORINE Land Cover (2002), adaptada a las condiciones del país. Los resultados del estudio se muestran en la Figura 2.43 y en el Cuadro 2.5



Cobertura vegetal y uso de la tierra (Corine land cover adaptada)		Superficie ha	Superficie %
11	Zonas Urbanizadas	6,071	5.20
12	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	113	0.10
13	Minas, escombreras y zonas en construcción	1	0.001
14	Zonas verdes artificiales, no agrícolas	44	0.04
	Subtotales	**6,229**	5.34
211	Granos básicos	15,444	13.24
212	Hortalizas	2,742	2.35
221	Cultivos permanentes herbáceos	733	0.63
222	Café	23,676	20.29
223	Cultivos permanentes herbáceos bajo invernadero	2	0.002
224	Cultivos permanentes arbóreos	518	0.44
225	Caña de azúcar	11	0.009
231	Pastos cultivados	246	0.21
232	Pastos naturales	642	0.55
242	Mosaico de cultivos	1,106	0.95
	Subtotales	**45,120**	38.67
311	Bosque latifoliado	14,483	12.41
312	Bosques de coníferas	1,708	1.46
313	Bosque mixto	25,088	21.50
315	Plantaciones de bosque monoespecíficos	244	0.21
322	Vegetación arbustiva baja (matorral)	6,083	5.21
33	Espacios abiertos sin o con poca vegetación	5,050	4.33
	Subtotales	**52,656**	45.13
51	Aguas continentales	12,675	10.86
	Subtotales	**12,675**	10.86
	Totales	**116,680**	**100.00**

Proyección Cartográfica:
Cuadrícula Geográfica, Datum horizontal WGS84
Escala de Generación 1:50,000
Escala de Impresión 1:250,000
0 2.5 5 10 15 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:
Noviembre 2012
Fuente:
Dirección de Información Geográfica, Estrategica y Gestión de Riesgos -DIGEGR-.
El presente mapa ha sido realizado sobre base cartográfica del Instituto Geográfico Nacional -IGN-

Figura 2.43 Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra del departamento de Sololá, MAGA.

Cuadro 2.5 Cobertura vegetal y uso de la tierra en el departamento de Sololá

Categorías		Superficie	
		ha	%
Territorios artificializados	Zonas Urbanizadas	6,071	5.203
	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	113	0.097
	Minas, escombreras y zonas en construcción	1	0.001
	Zonas verdes artificiales, no agrícolas	44	0.038
Territorios agrícolas	Granos básicos	15,444	13.236
	Hortalizas	2,742	2.350
	Cultivos permanentes herbáceos	733	0.628
	Café	23,676	20.291
	Cultivos permanentes herbáceos bajo invernadero	2	0.002
	Cultivos permanentes arbóreos	518	0.444
	Caña de azúcar	11	0.009
	Pastos cultivados	246	0.211
	Pastos naturales	642	0.550
	Mosaico de cultivos	1,106	0.948
Bosques y áreas semi-naturales	Bosque latifoliado	14,483	12.413
	Bosques de coníferas	1,708	1.464
	Bosque Mixto	25,088	21.502
	Plantaciones de bosque monoespecíficos	244	0.209
	Vegetación arbustiva baja (matorral)	6,083	5.213
	Espacios abiertos sin o con poca vegetación	5,050	4.328
Superficies de agua	Aguas continentales	12,675	10.863
Total		**116,680**	**100.000%**

Fuente: MAGA, 2011

2.5.1 Descripción de los usos principales

En referencia a los Territorios Artificializados, es importante anotar que el 5.2% correspondiente a la categoría Zonas Urbanizadas, está directamente vinculado al tamaño y densidad poblacional indicados en el acápite correspondiente del Capítulo 1.

Por su parte para los Territorios Agrícolas, es importante destacar que Granos Básicos (13.24%), como su nombre lo indica abarca la superficie dedicada a la producción de los alimentos que constituyen la dieta básica de la población (maíz y frijol) y esta se desarrolla en la mayoría de municipios del departamento. Por su parte Hortalizas (2.4%) y Café (20.3%), comprenden los cultivos sobre los cuales se basa la economía agrícola comercial del departamento, debido a que como se menciona en el Capítulo 1, la agricultura es un rubro económico importante en el departamento.

Las categorías vegetación arbustiva baja (matorral) y espacios abiertos sin o con poca vegetación, abarcan un 9.54% de la superficie del departamento. En este aspecto es importante destacar que ambas categorías en la mayor parte de casos corresponde a tierras que en algún momento han sido habilitadas para la práctica agrícola y posteriormente han sido abandonadas, mientras que una fracción del porcentaje indicado responde a condiciones naturales. Con la finalidad de disminuir la pérdida de suelos y aumentar la disponibilidad de agua, estas tierras deberían tener cobertura vegetal permanente.

La categoría bosques (35.5%) en sus 3 diferentes tipos, se describe en su vinculación a las zonas de vida a continuación.

2.5.2 Zonas de vida y los bosques del departamento

Los bosques del departamento ocupan el 35.5% de la superficie total, los diversos tipos se localizan geográficamente de acuerdo al clima y las principales zonas de ocupación corresponden a los estrato volcanes de los 3 volcanes presentes así como las laderas de buena parte del sector montañoso existente en el departamento.

Con respecto al tema de vegetación y condiciones climáticas, es importante resaltar que de acuerdo al estudio realizado por De La Cruz (1982) con base al sistema Holdridge, en el departamento se presentan 4 zonas de vida; las cuales se describen en el Cuadro 2.6, ordenadas conforme aparecen de norte a sur en el departamento; se incluye además la superficie de cobertura boscosa que contienen.

Cuadro 2.6 Zonas de vida (Sistema Holdridge) en el departamento de Sololá

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	42,269	6,027	8,393	454
Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical	bmh-MB	40,216	16,861	1,862	925
Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)	bmh-S (c)	17,375	12	4,228	24
Bosque muy húmedo Montano Subtropical	bmh-M	4,480	2,188	-	305
Cuerpo de Agua	-	12,340	-	-	-
Totales		**116,680**	**25,088**	**14,483**	**1,708**

Fuente: MAGA, 2011.

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

2.5.2.1 Bosque muy húmedo Montano Subtropical

Esta zona abarca la menor extensión en el departamento, ocupa 4,480 ha equivalentes al 3.84% del total departamental, se encuentra únicamente en una pequeña parte al norte de los municipios de Nahualá y Sololá; sus características de acuerdo a De La Cruz, 1982 son: clima frío, de relieve ondulado accidentada, elevaciones entre los 3,500 a 4,000 msnm, biotemperaturas entre 9.0 ºC y 11.0 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 2,800 a 3,000 mm.

Los bosques presentes abarcan 2,493 ha de las categorías Mixto (2,188 ha) y conífero (305 ha), compuestos por las principales especies indicadoras: pino blanco (*P. ayacahuite*), abeto (*Abies religiosa*), pino de la cumbre (*Pinus hartwegii*) y encino (*Quercus* spp.).

2.5.2.2 Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical

Esta zona ocupa 40,216 ha (34.47% del total departamental), se distribuye del Norte hacia el centro del departamento; está presente en los municipios de Sololá, San José Chacayá, Santa Lucía Utatlán, en parte de los municipios de Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Santa Clara La Laguna y en los volcanes Tolimán y Atitlán; sus características de acuerdo a De La Cruz (1982), son: clima frío, relieve accidentado, elevaciones entre los 1,800 y los 3,000 msnm, biotemperaturas entre 12.5 ºC y 18.6 ºC y un promedio de precipitación anual entre 2,065 y 3,988 mm.

Los bosques presentes abarcan 19,638 ha de las categorías mixto (16,861 ha), latifoliado (1,852 ha) y conífero (925 ha), las principales especies indicadoras en las partes más altas son ciprés común (*Cupressus lusitanica*), mano de león (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*P. ayacahuite*) y pino triste (*P. pseudostrobus*), otras especies que pueden aparecer para las partes medias y bajas de la zona son aliso (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.).

2.5.2.3 Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical

Esta zona tiene una extensión de 42,269 ha (36.23% del total departamental), se distribuye del Centro al Sur del departamento. Abarca los municipios de Panajachel, Concepción, Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó, San Andrés Semetabaj, Santa María Visitación y parte de los municipios de Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna, Santa Cruz La Laguna y Santa Clara La Laguna; sus características, de acuerdo a De La Cruz (1982), son: clima frío, relieve generalmente plano, elevaciones entre los 1,500 a 2,400 msnm, biotemperaturas entre 15 ºC y 23 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 1,057 y 1,588 mm.

Los bosques presentes abarcan 14,854 hectáreas y corresponden a las categorías mixto (6,027 ha), latifoliado (8,373 ha) y conífero (454 ha), compuestos por las especies indicadoras típicas del altiplano: encino (*Quercus* spp.) generalmente asociados a pino triste (*P. pseudostrobus*) y pino macho (*Pinus montezumae*), otras especies que se consideran indicadoras son aliso (*Alnus jorullensis*), duraznillo (*Ostrya* spp.), mezché (*Carpinus* spp.) y capulín (*Prunas capuli*).

2.5.2.4 Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)

Esta zona se encuentra en la parte sur del departamento abarca 17,375 ha (14.89% del total departamental), abarca el sur de los municipios de Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán; sus características, de acuerdo a De La Cruz (1982), son: clima cálido, relieve plano a accidentado, elevaciones entre 80 y 1,600 msnm, biotemperaturas entre 21 ºC y 25 ºC y un rango promedio de precipitación anual entre 2,136 y 4,327 mm.

Los bosques abarcan 4,255 hectáreas en las categorías mixto (12 ha), latifoliado (4,219 ha) y conífero (24 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*).

2.6 AMENAZAS NATURALES

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 la población del lugar. Los fenómenos naturales analizados basados en datos básicos y cuya información ha sido procesada son de tipo climático (amenaza por sequías y heladas) y geofísico (deslizamientos).

Para el caso de las amenazas de tipo climático, estas se conjugan en un Índice Integrado por Municipio. En las Figuras 2.44, 2.45 y 2.46 en donde se muestran dichas amenazas y su índice integrado. (Para detalles de los métodos, ver estudio Informe. VAM de UPGGR-PMA, 2002).

Para las amenazas por deslizamientos se muestran en la Figura 2.47 el efecto de los mismos y en la Figura 2.48 la susceptibilidad que tiene el territorio departamental a sufrir deslizamientos.

2.6.1 Amenazas por sequía

De acuerdo con la Figura 2.44, se presenta **media** amenaza en 48,553 hectáreas correspondiente al 41.6% del departamento, ubicadas en los municipios de Sololá, Santa Lucía Utatlán, San José Chacayá, Santa Clara La Laguna, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Concepción, Panajachel, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina Palopó y San Antonio Palopó; con amenaza **baja** 36,743 ha o el 31.5% de la superficie departamental, identificada en los municipios de Nahualá, Santa María Visitación, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán, y con amenaza **muy baja** por sequía 19,044 hectáreas correspondiente al 16.3% del total del área, en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán.

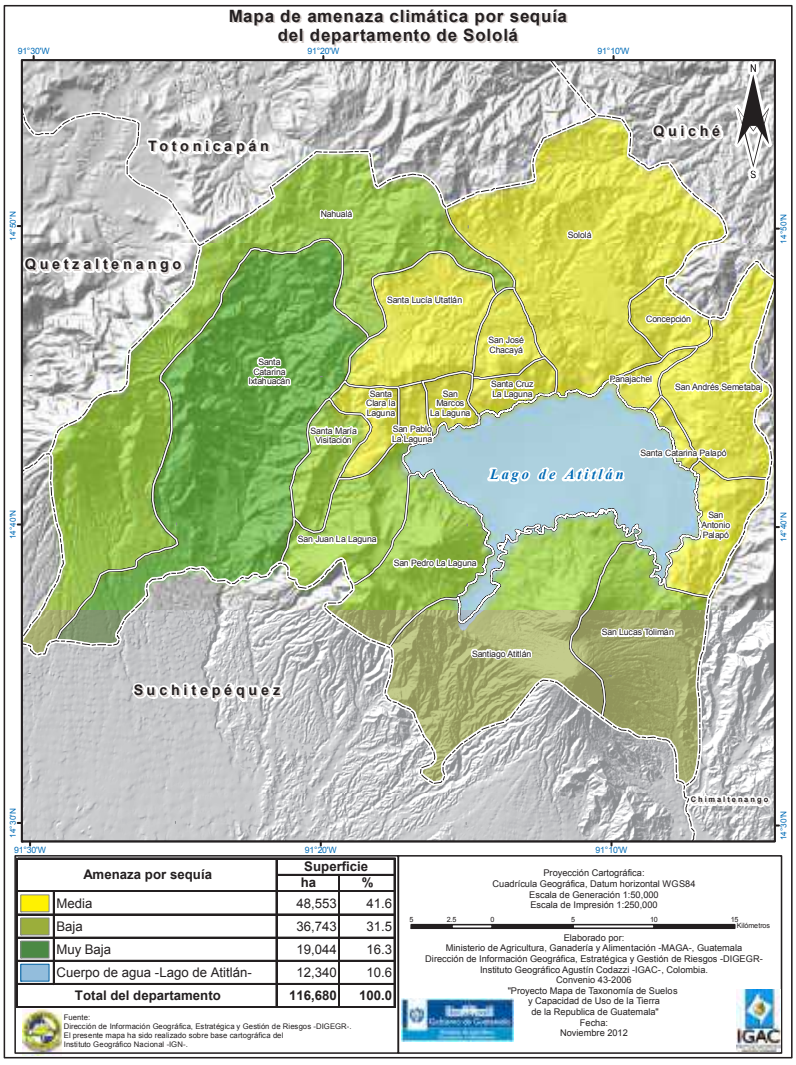


Figura 2.44 Mapa de amenaza por sequía (UPGGR-PMA, 2002)

2.6.2 Amenazas por heladas

La Figura 2.45 muestra que 51,576 hectáreas, equivalentes al 44.2% del departamento presentan riesgo a heladas variable de **medio a alto,** en los municipios de Nahualá, Santa Lucía Utatlán y Sololá; con riesgo **medio a bajo**, se han identificado 1,584 ha, correspondiente con el 1.4% de la superficie total, en el municipio de San José Chacayá; con riesgo **bajo** se identificaron 38,996 ha, que equivalen al 33.4% de la superficie departamental, en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Santa María Visitación, Santa Clara La Laguna, San Pablo La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán, Santa Cruz La Laguna, Concepción y San Andrés Semetabaj y con riesgo **muy bajo** se presentan 12,184 ha o el 10.4% en los municipios de San Marcos La Laguna, Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó y San Lucas Tolimán.

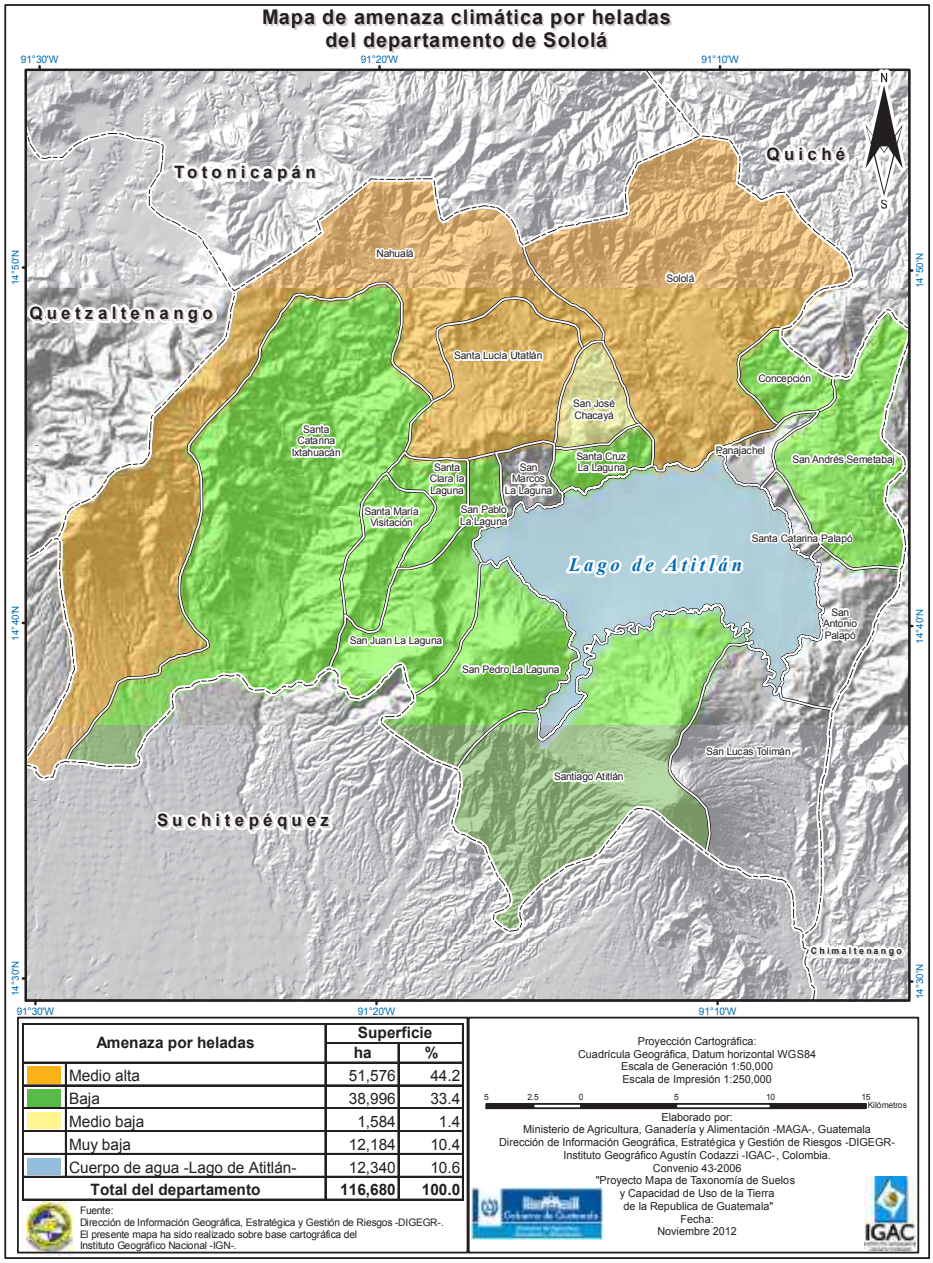


Figura 2.45 Mapa de amenaza por heladas (UPGGR-PMA, 2002)

2.6.3 Índice integrado de amenazas climáticas

Al integrar las dos amenazas naturales (sequías, heladas) en un índice, surge el mapa de "índice integrado de amenazas climáticas" que se muestra en la Figura 2.46.

Con **alto** grado de amenazas de origen climático se presentan 21,894 hectáreas equivalentes al 18.8% del área departamental en los municipios de Santa Lucía Utatlán, San José Chacayá y Sololá; con grado **medio – alto** 32,287 ha o 27.7%, en los municipios de Nahualá, Santa Clara La Laguna, San Pablo La Laguna; San Marcos La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Concepción, San Andrés Semetabaj y San Antonio Palopó; con **medio a bajo** grado de amenazas 10,063 ha que corresponde al 8.6% de la superficie total del departamento, en los municipios de San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Panajachel y Santa Catarina Palopó y con riesgo **bajo** se identificaron 40,096 ha, lo que corresponde con el 34.3% del área total departamental, en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Santa María Visitación; Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán.

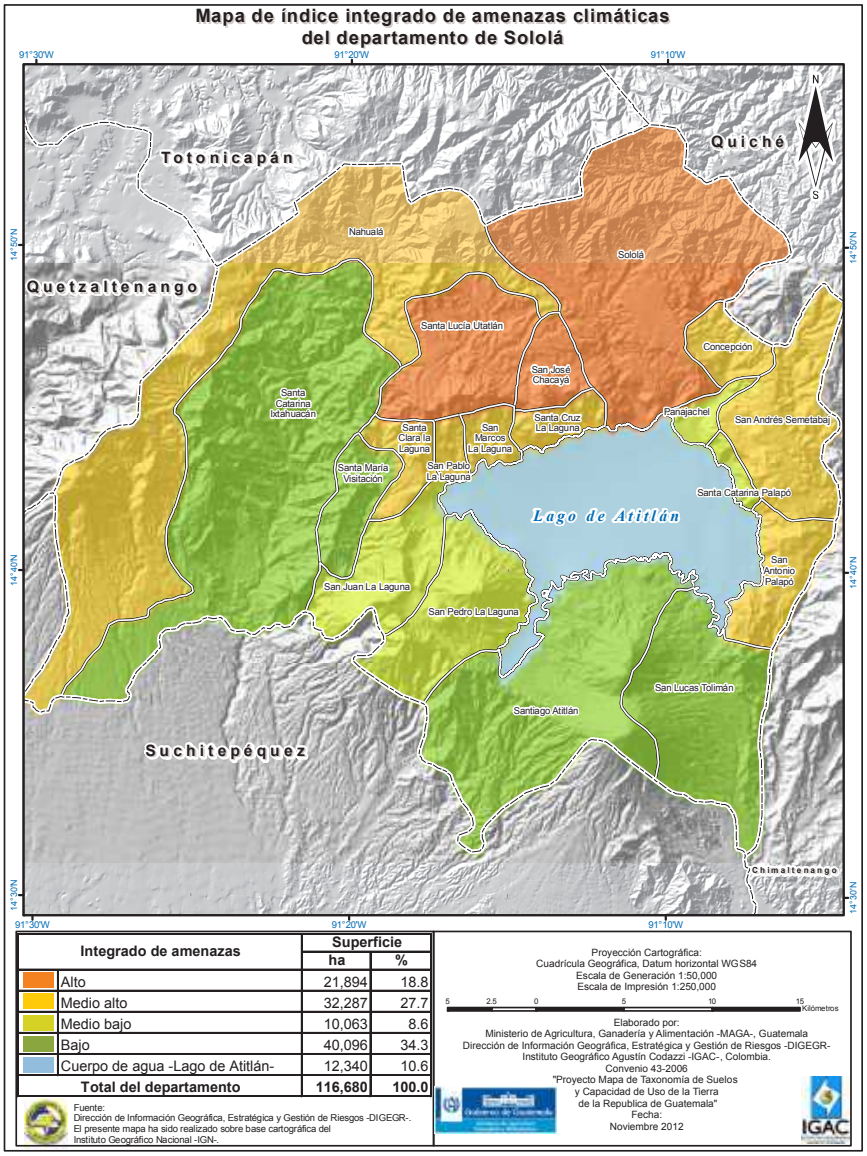


Figura 2.46 Mapa de índice integrado de amenazas climáticas (UPGGR-PMA, 2002)

2.6.4 Amenaza por deslizamientos

Tal como se muestra en la Figura 2.47, a lo largo de los últimos años y debido a la presencia de algunos eventos hidrometeorológicos extremos, por ejemplo la Tormenta Tropical Stan en el año 2005, los excesos de lluvia han dejando una serie de huellas y cicatrices de deslizamientos ocurridos recientemente e identificados en la fotografía aérea del MAGA del año 2006, mismas que abarcan 2,966 hectáreas, que corresponde al 2.6%, de la superficie departamental.

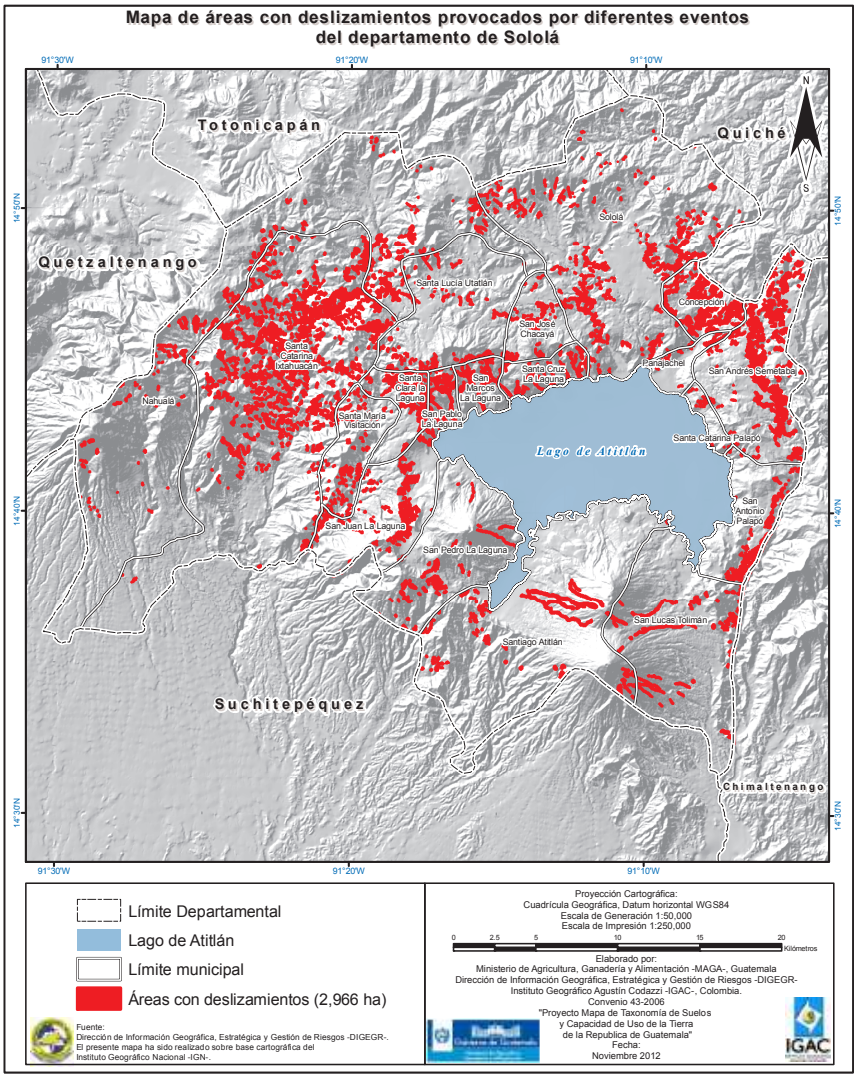


Figura 2.47 Mapa de deslizamientos en el departamento de Sololá

Para buscar una explicación a la abundancia de huellas y cicatrices de eventos de deslizamientos mostradas en la figura anterior, se realizó un análisis para estimar la susceptibilidad del territorio departamental a los deslizamientos, la metodología se explica en el Anexo 1.

Los resultados de la aplicación de la metodología indicada se muestran en la Figura 2.48, donde se observa que para las categorías Muy Alta y Alta, la susceptibilidad a los deslizamientos se debe a una conjugación de factores, tales como el paisaje de montaña con altas pendientes, materiales geológicos, erosionabilidad, escasa cobertura, inadecuado uso de la tierra y eventos climáticos extremos.

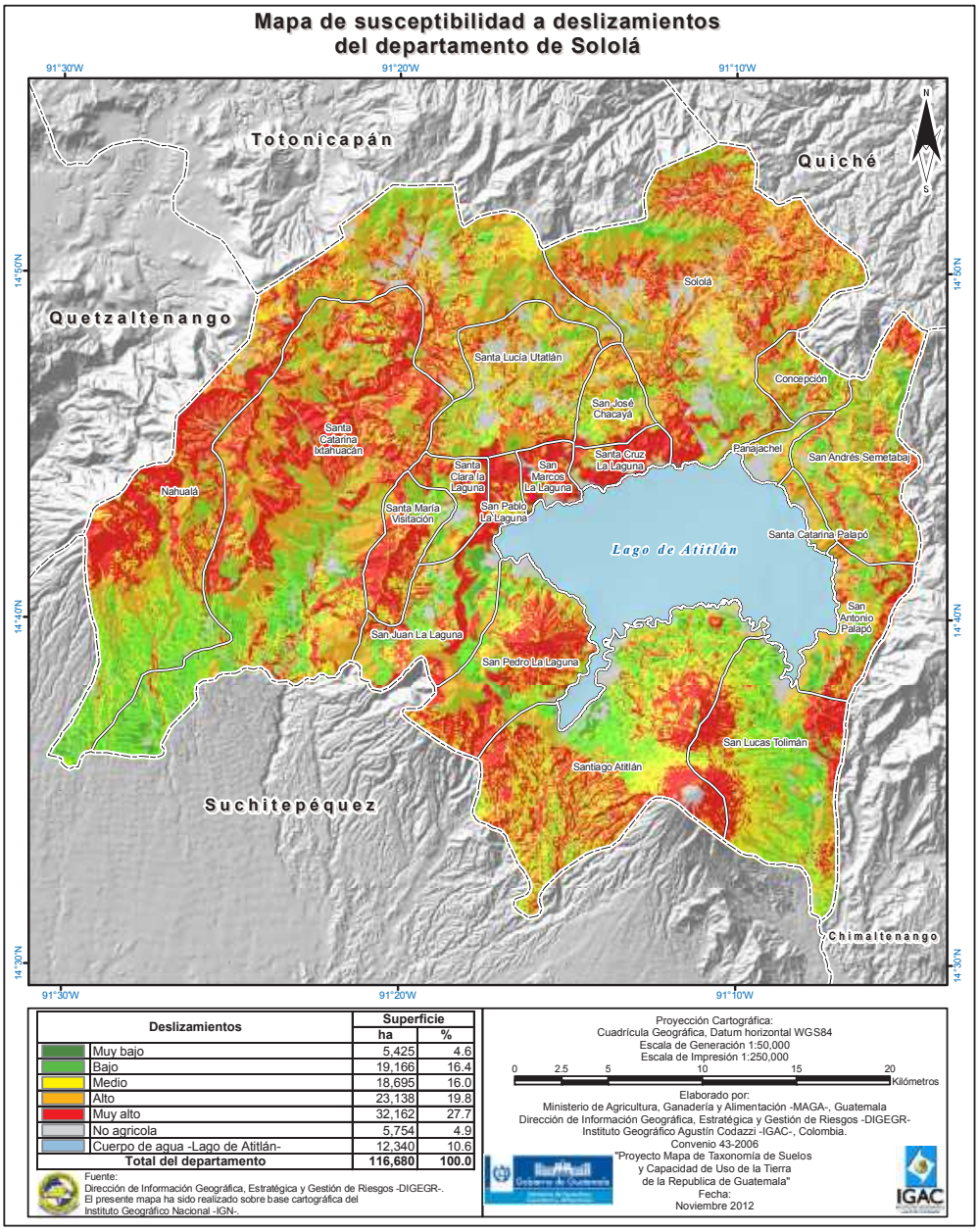


Figura 2.48 Mapa de susceptibilidad a deslizamientos en el departamento de Sololá

Finalmente es importante acotar que a nivel de los municipios, los que tienen mayor susceptibilidad a sufrir deslizamientos en la categoría Alta y por arriba de un 20% de su superficie municipal son: Santa Clara La Laguna, San José Chacayá, Concepción, San Andrés Semetabaj, Nahualá, Santa Lucía Utatlán, Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá, San Antonio Palopó, Panajachel y Santa Catarina Palopó.

Para el caso de la categoría Muy Alta, los municipios que tienen arriba del 20% de la superficie municipal con este grado de amenaza, son los siguientes: San José Chacayá, San Andrés Semetabaj, Concepción, San Lucas Tolimán, San Antonio Palopó, Nahualá, Sololá, San Juan La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santiago Atitlán, Santa Clara La Laguna, San Pedro La Laguna, Santa María Visitación, San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna y Santa Cruz La Laguna.

2.7 BIBLIOGRAFÍA

BONNIS, S. 2009. Geología de Sololá. Inédito. 6 p.

------- **2009.** Mapa geológico de Guatemala. (Hojas San Lucas Tolimán, Chicacao y Santa Catarina Ixtahuacán). Escala 1: 50,000. Guatemala, sde.

DE LA CRUZ, JR. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 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.

HOLMES, A.; Colmes, D. 1980. Geología Física. Barcelona, España. 812 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Manual de campo para levantamiento de suelos y tierras. Col. 148 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.

IGN (Instituto Geográfico Nacional Alfredo Obiols, GT). 1993. Mapa geológico de la República de Guatemala (Hoja Guatemala). Escala 1:250,000. Guatemala.

-------- **1982.** Mapa geológico de Guatemala (Hoja Sololá). Escala 1: 50,000. Guatemala.

-------- **1970.** Mapa geológico de la República de Guatemala. Escala 1:500,000. Guatemala, color.

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

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

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.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT)/PMA (Programa Mundial de Alimentos). 2002. Cartografía y análisis de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en Guatemala. Guatemala, 78 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-, inédito. 195 p.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 2012. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Inédito.

------- 2011. Mapa de Uso Actual del Departamento de Sololá, 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.

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.

NEWHAL, C. G. 1987. Geology of the Lake Atitlán region, western of Guatemala. Dartmouth Collegue, Hanover, NH, 364 p.

NÚÑEZ L.; MARTÍNEZ V. 2011. Informe complementario de la cartografía geológica y geomorfológica (1:25,000) de la cuenca del Lago de Atitlán (Guatemala). Proyecto Gestión Ambiental y de Riesgos en la Cuenca del Lago de Atitlán - GARICLA-, Geólogos del Mundo y Asociación Vivamos Mejor – Agencia Española de Cooperación Internacional, Guatemala. sde. 69 p.

PAHO (Panamerican Healthy Organization)/WHO. 2011. Boletín: Terremoto en El Salvador (en línea). Consultado marzo 2011. Disponible en: http://www.ops.org.sv/terremoto

PNUD (Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo Guatemala), SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación). 2007. Plan de Reconstrucción y Reducción de Riesgos del departamento de Sololá.

ROSE, W.I. 1987. Quaternary silicic pyroclastic deposits of Atitlán caldera, Guatemala.

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

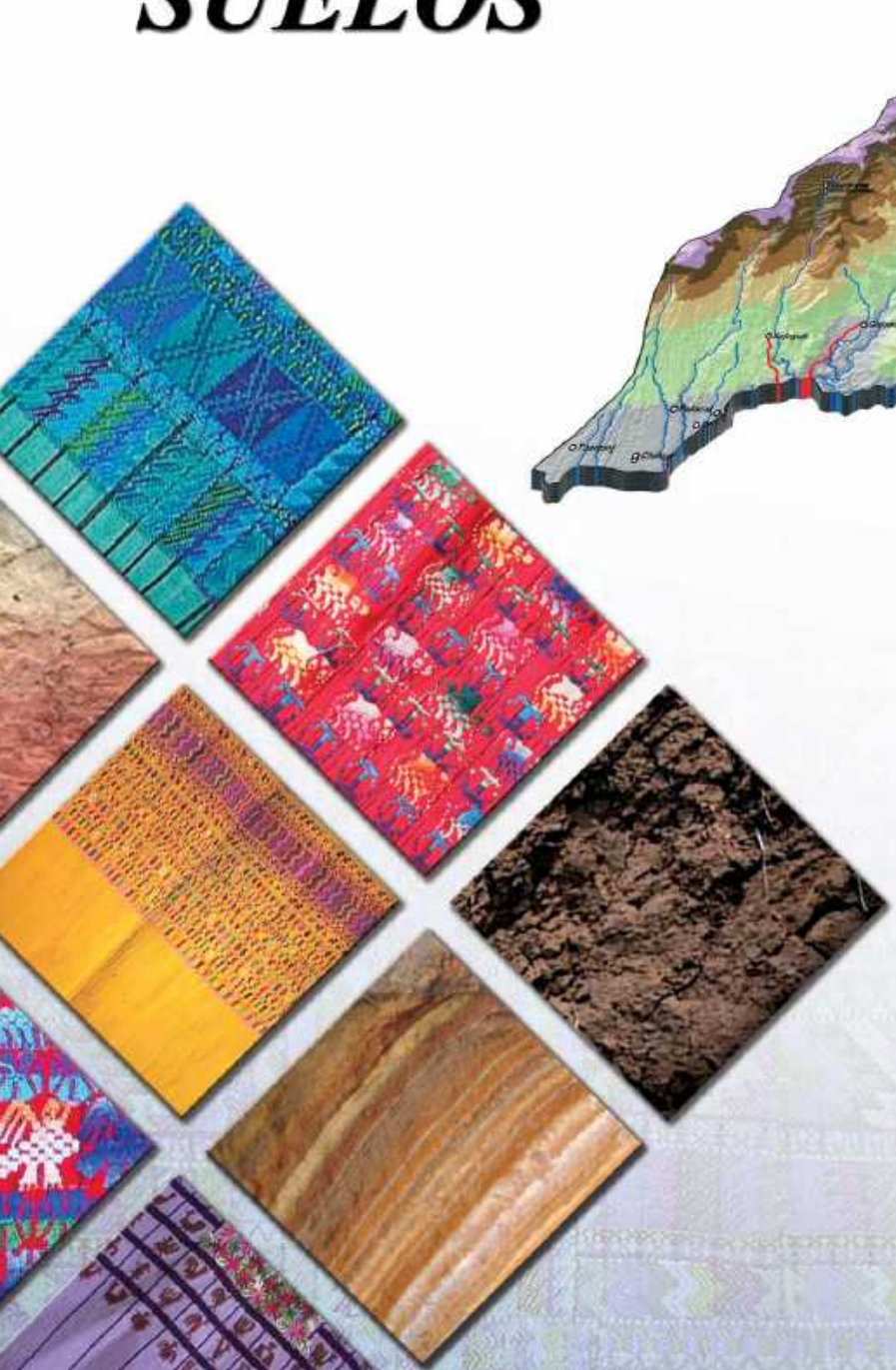
-------- 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 333p.

UVG-INAB-CONAP-URL (Universidad del Valle de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Universidad Rafael Landívar, GT). 2011. Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2006 y dinámica de la cobertura forestal. Ediciones Serviprensa, S.A.2011. 97 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. IGAC, Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 178 p.

CAPÍTULO 3

GÉSIS, TAXONOMÍA Y CARTOGRAFÍA DE LOS SUELOS





Capítulo 3: GÉNESIS, TAXONOMÍA Y CARTOGRAFÍA DE LOS SUELOS

3.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del capítulo es conocer cómo se forman y evolucionan los suelos del departamento de Sololá y para entender su clasificación taxonómica y con ello, tener la base para entender su distribución geográfica (cartografía de suelos).

Se utilizó el Sistema Taxonómico Norteamericano (Soil Survey Staff, 2006 y 2010) para clasificar los suelos del departamento de Sololá; dicho sistema ha sido ampliamente seguido en muchos países del mundo. En el capítulo se comentan sus principales características.

La cartografía de los suelos se realizó a nivel de semidetalle (escala1:50,000), con ella se esta se representó su distribución, con lo cual la información y el conocimiento se hacen factibles a los usuarios.

3.2 GÉNESIS DE SUELOS

Según Buol (1988), 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).

En el departamento de Sololá existe una influencia marcada de la actividad volcánica, por el aporte de materiales que ha recibido, especialmente de piroclásticos no consolidados como cenizas, lapilli y pómez, a lo cual se le suma las condiciones ambientales cambiantes a través del tiempo, que han permitido dejar los suficientes rasgos o huellas en el perfil del suelo, utilizadas por los edafólogos para entender y explicar el proceso evolutivo de los mismos.

3.2.1 Factores de formación del suelo

Según Buol (1988), 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 capacidad de transformarlo.

Los factores formadores del suelo actúan externamente sobre los materiales parentales con un efecto profundizante (actúan de afuera hacia dentro), mientras que los procesos formadores, que se describen posteriormente, lo hacen en la parte interna del suelo. Este es el marco conceptual básico y necesario para entender el desarrollo de los suelos en el departamento.

La forma o aspecto que presenta el perfil del suelo (su morfología), las características y propiedades químicas, físicas, biológicas y mineralógicas, son el resultado de la acción de los factores ambientales sobre el material parental (Jenny, 1941); éstos, al integrarlos con los procesos que lo forman, definen la génesis y la evolución del suelo, tal como se muestra en el diagrama de la Figura 3.1.

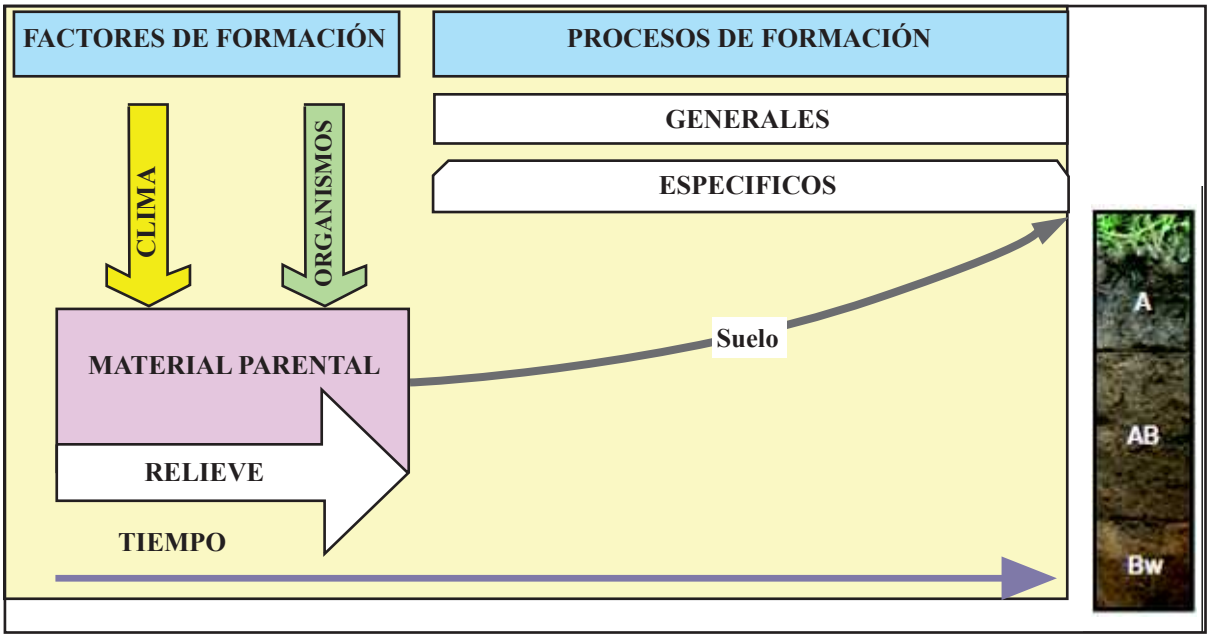


Figura 3.1 Factores y procesos formadores de suelos

El clima y los organismos son los **factores activos** que se encargan de transformar los materiales orgánicos e inorgánicos o materiales parentales, por lo que son llamados: **factor pasivo;** mientras que los **factores condicionantes** ubican los suelos dentro del espacio (relieve) y el tiempo determina la dimensión en que varían o actúan los demás factores.

Todos los factores de formación han influido directa o indirectamente en la génesis y evolución de los suelos reconocidos en el departamento de Sololá, pero según el orden de importancia se tiene primero el material parental, luego el relieve, posteriormente el clima y organismos. Todos actúan en forma conjunta a través del tiempo. A continuación se hace un resumen de cada uno de ellos:

3.2.1.1 Material parental

Son todos aquellos materiales depositados en superficie por diferentes eventos y precursores de los suelos, denominados **materiales parentales,** incluye material "in situ" o roca y material transportado, son de origen mineral y orgánico.

Las rocas, los sedimentos y los materiales orgánicos se trasforman por la acción de los agentes físico-químicos y biológicos para dar origen a los materiales parentales a partir de los cuales se forman los suelos, estos se consideran como un factor pasivo sobre el cual actúan los factores activos (clima y organismos) a través del tiempo, en un espacio físico caracterizado por un paisaje y relieve determinados.

Los principales materiales que han originado los suelos en el departamento son de origen mineral como los piroclásticos (tefras, ceniza y pómez), ampliamente dominantes en la zona de estudio, pero estos se han transformado por la acción climática, generando contenidos altos de amorfos derivados de la alteración de la ceniza volcánica y de la piedra pómez; también se presentan aportes medios a bajos de materiales de origen orgánico, presentando aportes altos solamente donde permanece la vegetación nativa en zonas frías; otros materiales presentes, pero que ocupan menor área y que conservan características ígneas son los depósitos hidro-gravigénicos y los depósitos aluvio-coluviales, de allí

que las capas que conforman los suelos son gruesas y pardas o gruesas y oscuras en algunos puntos, tal como se observa en la Figura 3.2.

La distribución granulométrica que presentan los suelos en la zona de estudio es muy homogénea, tanto en los volcanes como en las zonas alejadas de ellos, lo que hace suponer que llevan suficiente tiempo evolucionando, por lo cual se han transformado y mezclado con el componente orgánico, formando compuestos órgano-minerales con predominio de texturas medias en todo el departamento y pocas superficies poseen texturas finas o gruesas.



Figura 3.2 Mantos gruesos de ceniza volcánica, los cuales le aportan gran fertilidad a los suelos. La profundidad efectiva es alta debido a la facilidad que presentan para la penetración de la raíz (Fotos: W. González, 2010)

Para ubicar geográficamente los materiales parentales se generó el mapa que se muestra en la Figura 3.3; para ello se utilizó el mapa geológico a escala 1:50,000 (Bonnis, 2009), el mapa geológico a escala 1:250,000 (IGN, 1993) y trabajo de campo realizado por el equipo de edafólogos a través de 1,524 observaciones distribuidas en todo el departamento.

De acuerdo con el mapa, los piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), recubren un área de 67,126 hectáreas equivalentes al 57.5% del área total del departamento; los piroclastos consolidados (tobas), ocupan un área de 17.727 hectáreas o el 15.2% del departamento; las rocas graníticas ocupan 9,448 hectáreas o el 8.1% del departamento; los depósitos superficiales clásticos gravigénicos (tefras, pómez y lodo) se presentan con 4,035 hectáreas con 3.5%; depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales 1,777 hectáreas con 1.5% y depósitos superficiales clásticos-aluviales 41 hectáreas equivalentes al 0.04% de la superficie total departamental.

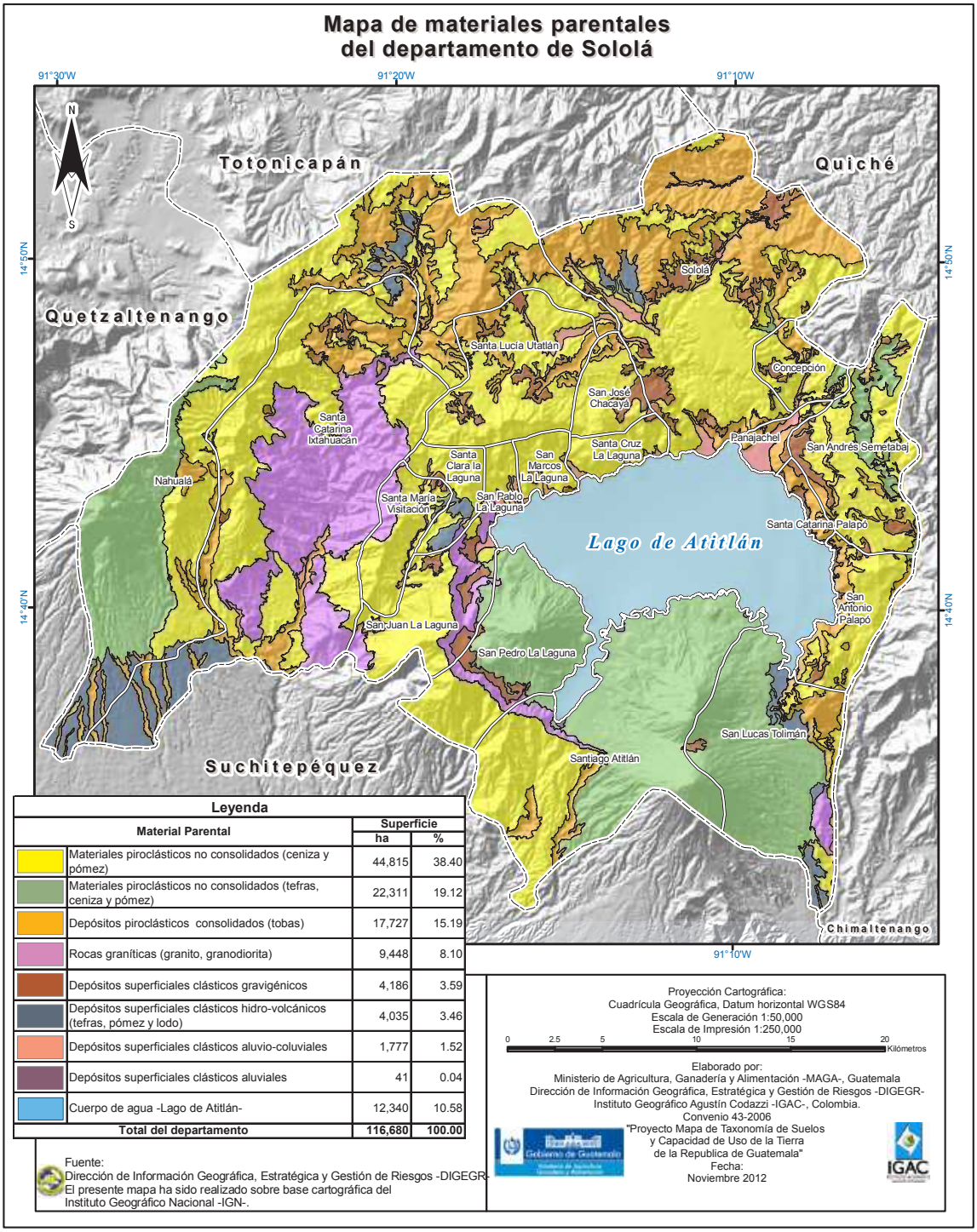


Figura 3.3 Mapa de materiales parentales del departamento de Sololá.

- **Granulometría de los piroclastos:** Los piroclastos son fragmentos sólidos de material volcánico arrojados 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 en el departamento son:

Cenizas (tamaño inferior a 4 mm de diámetro), lapilli (diámetros entre 4 y 64 mm) y pómez (piroclasto muy poroso). Las cenizas, más o menos cementadas, que integran las tobas complementan este grupo.

La granulometría es muy heterogénea en los sedimentos asociados con 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 3.4). Por lo general la influencia de las rocas ígneas intrusivas y lávicas, como tales, es baja dado su recubrimiento por piroclastos.

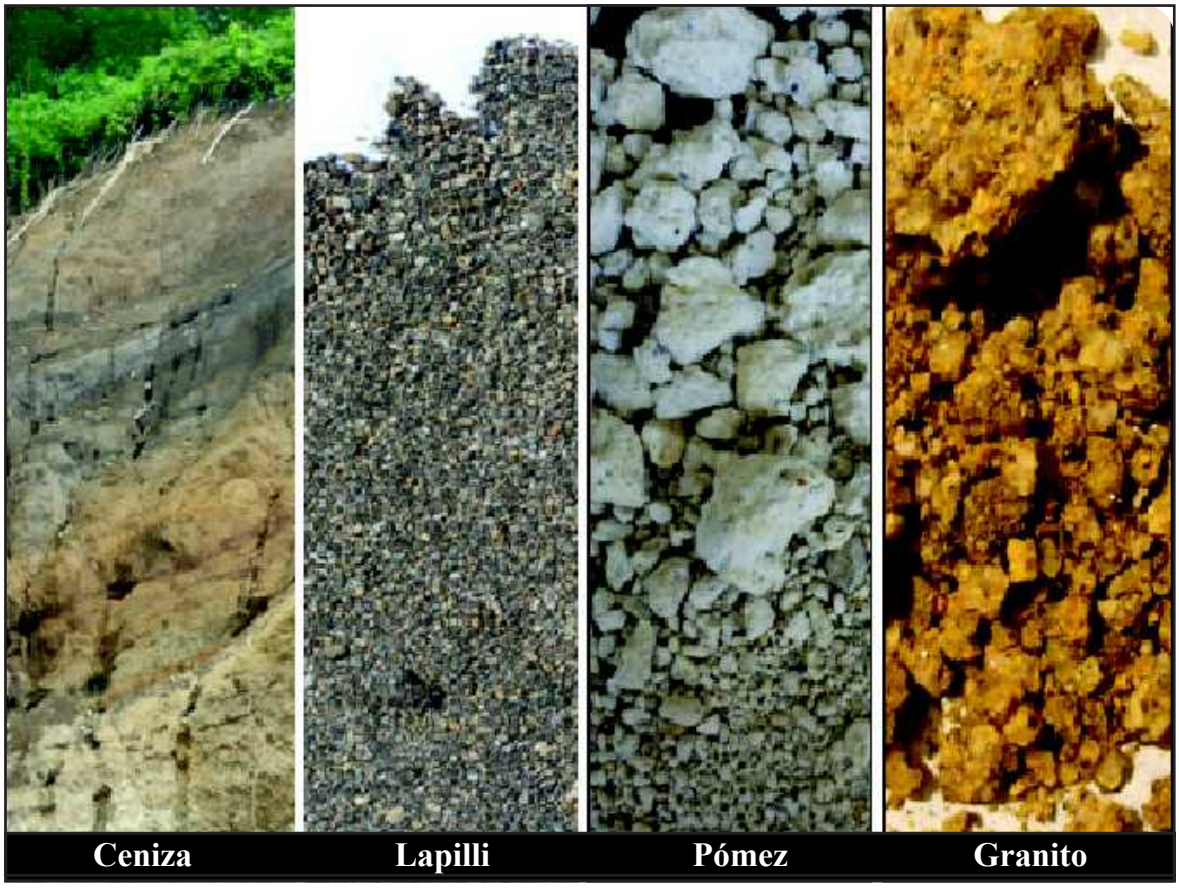


Figura 3.4 Materiales parentales más frecuentes asociados con los suelos del departamento de Sololá, en orden de frecuencia los más comunes son ceniza, lapilli, pómez y productos de alteración de rocas graníticas (Fotos: W. González, 2010).

- **Mineralogía de los materiales parentales:** es importante conocer que tipo de minerales están presentes en los materiales parentales del suelo, porque de ellos, se derivan las características mineralógicas de los suelos por efecto de los procesos de meteorización (alteración). Los minerales están constituidos por sustancias inorgánicas de diferente composición química y conforman la fase sólida del suelo (90-95%), mientras que entre 5 y 10%, corresponde a materiales orgánicos como humus, raíces, fauna y flora edáfica. Los constituyentes inorgánicos provienen de la meteorización de las rocas y sedimentos.

La meteorización cambia la proporción en que los minerales están presentes en los suelos, los más resistentes perduran en el tiempo. Los suelos viejos tienen pocos minerales primarios, exceptuando el cuarzo, ya que por efectos de la meteorización sufrida a través de su evolución se transforman en minerales de arcilla. No es el caso en el departamento estudiado, ya que sus suelos son jóvenes y presentan minerales vinculados con la composición de sus materiales parentales.

De acuerdo con las recomendaciones de las claves taxonómicas (Soil Survey Staff, 2010), el análisis de la composición mineralógica se lleva a cabo en la sección control (25-100 cm de profundidad); para el departamento de Sololá se seleccionó el 14% de los perfiles descritos (33 muestras, segundo y tercer horizonte), a las cuales se les realizó "análisis mineralógico a la fracción arcilla" por el método "difracción de rayos x" y "análisis mineralógico de la fracción arena" por el método de "análisis óptico con microscopio petrográfico", estas pruebas fueron desarrolladas con el apoyo del IGAC.

- **Análisis mineralógico de la fracción arcilla (partículas del suelo <0.002 mm en diámetro):** los minerales secundarios resultan de la descomposición de los minerales primarios o de la recombinación de sus productos de alteración. Son de poco tamaño, del orden de las arcillas, por eso se les llama también minerales arcillosos. Conocer la composición de la fracción arcilla permite estimar la evolución que ha tenido el suelo, conocer su actividad y vincularlo con su **fertilidad actual.**

  Los minerales secundarios se concentran en la fracción fina del suelo (limo, fino y arcilla). Las arcillas tienden a tener una gran superficie específica, por lo que generan cargas negativas, atrayendo los nutrientes o cationes del suelo, por lo que se convierten en la fracción del suelo con mayor intercambio iónico, después de la materia orgánica; no obstante ello depende del tipo de arcilla presente, ya que existen muchos tipos de ellas; de ahí la importancia de conocer cual de ellos predomina en un suelo dado. En el Cuadro 3.1 se presentan los resultados de la composición mineralógica de la fracción arcilla de los suelos del departamento.

Cuadro 3.1 Promedio de la composición mineralógica de la fracción arcilla de los suelos del departamento de Sololá, según los análisis realizados en 33 muestras

Constitución mineralógica	Número de muestras presentes y rangos de interpretación de la composición mineralógica de la fracción arcilla						Total muestras analizadas
	>50%	30-50%	15-30%	5-15%	<5%	0%	
Material no cristalino	25	3	5				33
Feldespatos			15	4	7	7	33
Haloisita			3	1	11	18	33
Esmectitas		2				31	33
Cristobalita				1	20	12	33
Metahaloisita				3	11	19	33
Intergrados 2:1 – 2:2				1	6	26	33
Caolinita		1	1	2	4	25	33
Cuarzo		1				32	33

Fuente del análisis: Laboratorio Nacional de Suelos, IGAC, 2011.

Se toma como ejemplo el caso de los feldespatos para interpretación de los resultados: 15 muestras presentan composición mineralógica entre 15-30% (feldespatos); 4 muestras presentan entre 5.15%, 7 muestras presentan feldespatos <5% y 7 muestras no reportan este mineral.

Algunas conclusiones sobre la composición de la fracción arcilla de los suelos del departamento de Sololá son las siguientes:

- El material no cristalino (muy posiblemente alófanas) domina en todas las muestras estudiadas. Siguen en importancia los feldespatos y en menor extensión haloisita, metahaloisita, caolinita y esmectitas.

  La secuencia general de evolución seguida de Andisoles alofánicos y no alofánicos a través del tiempo es la siguiente: Alófanas → Haloisita (metahaloisita) → Caolinita. Esto nos indica que los minerales primarios se trasforman inicialmente en arcillas alofánicas, luego en haloisíticas y por último en caolinita.

  Por lo general esta secuencia se vincula con el desarrollo de estos suelos (y con su edad); no obstante, condiciones climáticas severas (por ejemplo estación seca muy marcada) pueden afectarla.

- En el departamento de Sololá, como consecuencia de lo expresado, puede concluirse que los suelos estudiados están asociados con las etapas iniciales de evolución, en consecuencia son jóvenes y poco evolucionados. Otros resultados que apoyan esta conclusión son:

  i) La presencia de feldespatos en la fracción arcilla es un indicativo más del poco grado evolutivo de estos suelos, ya que éstos fácilmente se alteran (en esta fracción, en especial), sobre todo si son plagioclasas.

  ii) El contenido de cristobalita (cuarzo volcánico) predomina sobre el de cuarzo (con excepción de una muestra), ello se explica por el origen volcánico de los materiales parentales de los suelos.

  iii) El contenido de minerales 2:1 (arcillas expandibles) es muy bajo (solamente dos suelos los presentan, en porcentajes de 30-50).

- En síntesis se confirma el origen de estos suelos a partir de materiales piroclásticos, la muy baja etapa evolutiva de estos suelos, los problemas vinculados con su dispersión, evidentes al hacer análisis para caracterizar su textura y las capacidades de intercambio relativamente altas, dado que el porcentaje de materia orgánica es bajo.

- **Análisis mineralógico de la fracción arena (partículas del suelo entre 0.05 a 2.00 mm diámetro):** los minerales primarios son aquellos que constituyen las rocas, en especial las ígneas y metamórficas, se encuentran principalmente en las fracciones gruesas del suelo (limos gruesos y arenas). Su identificación permiten predecir la **fertilidad potencial** de los suelos.

  La composición generalizada de los minerales que componen la fracción arena, corresponde al promedio del porcentaje del mineral presente en las 33 muestras analizadas, los cuales se aprecian en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Composición promedio de los minerales que componen los piroclastos en el departamento en 33 muestras analizadas.

Minerales	Porcentaje
Feldespatos (Plagioclasas)	24
Opacos	17
Cuarzo	12
Piroxenos	8
Anfíboles	3
Circón	3
Vidrio volcánico	2
Feldespatos potásicos	2
Biotita	1
Productos alterados	28

Fuente del análisis: Laboratorio Nacional de Suelos, IGAC, 2011

De acuerdo con el cuadro anterior se puede afirmar que: La caracterización mineralógica de la fracción arena de los suelos estudiados en el departamento está representada por minerales primarios, con predominio de feldespatos plagioclasas, ferromagnesianos (piroxenos y anfíboles), opacos (magnetita y oxi-hidróxidos de hierro), cuarzo, vidrio volcánico, feldespatos potásicos (mucho menos frecuentes que las plagioclasas) y productos de alteración (en la mayoría de los casos vinculados con la caolinización o sericitación de los feldespatos).

La aplicación e interpretación de las características mineralógicas de la fracción arena a los suelos de Sololá, permite establecer las siguientes conclusiones:

- El grado de evolución de los suelos es bajo, dado que predominan minerales primarios de fácil alteración (plagioclasas, ferromagnesianos).
- El vidrio volcánico (2.7%) presenta características félsicas (ácidas) y en conjunto con la alteración parcial de las plagioclasas, explica la presencia de materiales amorfos, característica sobresaliente en la mineralogía de la fracción arcilla.
- Los minerales opacos, al estar integrados por hierro, contribuyen a explicar los colores predominantes de los suelos, especialmente vinculados con el croma, y con estados oxidados del medio.

El análisis mineralógico correspondiente a dos suelos de moderada a baja evolución, destaca el dominio de minerales feldespáticos y materiales amorfos (vidrio volcánico), pero también hay presencia menor de cuarzo, biotita, hiperstena y hornblenda (Figuras 3.5 y 3.6). En ellas se puede analizar la composición mineralógica en dos posiciones de la lentes del microscopio petrográfico una perpendicular al observador (nicol o polarizador cruzado – NX) y otra paralela a este (nicol o polarizador paralelo - NII), ver más detalles en el Anexo A. el Método de identificación.

La mineralogía, tanto de la fracción arcilla como de las arenas, se consigna en la taxonomía de los suelos investigados (Numeral 3.3).



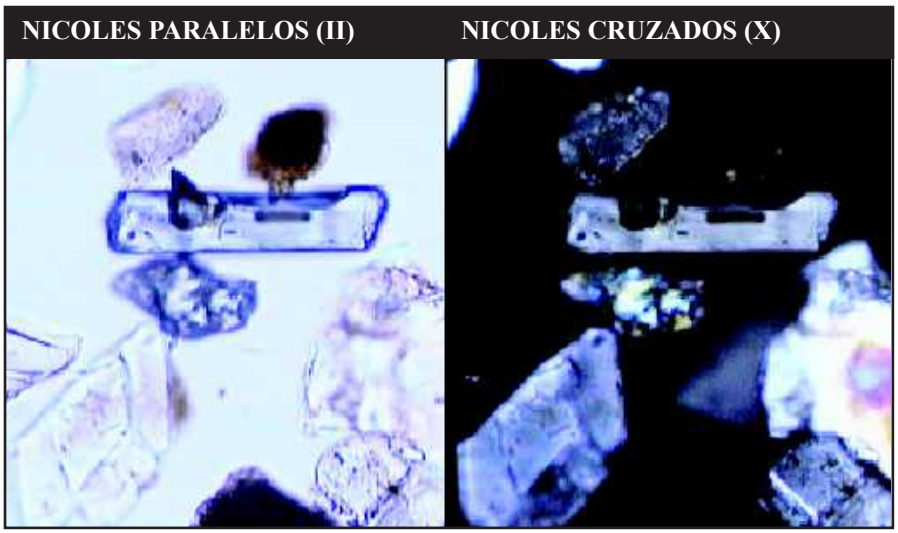


Figura 3.5 Análisis mineralógico de la fracción arena (50 – 250 micras de diámetro) del perfil 071203; horizonte C1: 25-55 cm; NII y NX 10 x 10 x 3.3. Presenta feldespatos, cuarzo, hiperstena, vidrio volcánico (Fotos: IGAC, 2011)

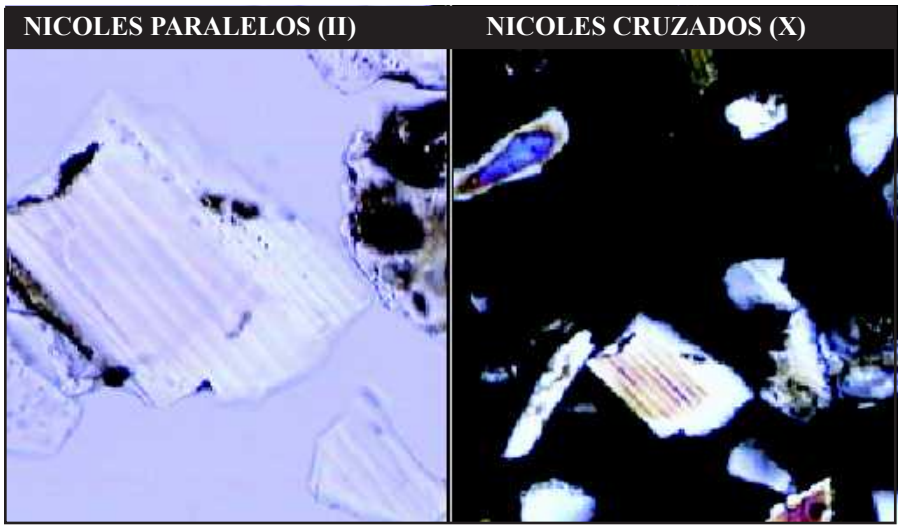


Figura 3.6. Análisis mineralógico de la fracción arena (50 – 250 micras de diámetro) del perfil 070509; horizonte Ap: 00-35 cm; NII 10 x 10 x 3.3 y NX 4 x 10 x 3.3. Presenta feldespatos, hornblenda y biotita (Fotos: IGAC, 2011)

3.2.1.2 Relieve

El relieve del departamento está configurado por cambios en las elevaciones del territorio, originados especialmente por la actividad volcánica ampliamente dominante en la zona, donde los procesos degradacionales (erosión, denudación) son comunes más que los agradacionales (depositación, sedimentación). Los principales procesos responsables del relieve se debe a la actividad volcánica y a los procesos orogénicos.

El relieve facilita, acelera, retarda o inhibe procesos de formación del suelo, por lo que es un condicionante de los demás factores de formación, por ello su importancia en la evolución de los suelos es alta. El grado de inclinación, la longitud y exposición de las laderas, la posición fisiográfica y la orientación de las geoformas, la susceptibilidad de los suelos a los procesos de erosión y movimientos en masa, constituyen aspectos que influyen en la edafogénesis (Ver la Figura 3.7).



Figura 3.7 Influencia del relieve en la formación de suelos: a la izquierda se muestra como relieves semiplanos favorecen la acumulación de materiales sobre la erosión, mientras que a la derecha se aprecia lo contrario (Fotos: W. González, 2010)

Tres son las acciones que ejerce el relieve en cuanto a la formación y evolución de los suelos:

- **Acción asociada al movimiento del agua:** este agente influye en los procesos de pérdidas, ya sea por eliminación de materiales (erosión) o de productos solubles (lavado o lixiviación). La cantidad de humedad en el suelo se estima a través del drenaje natural; éste se incrementa a medida que lo hace la pendiente y se torna lento o impedido en las áreas planas. Los materiales parentales no consolidados o sueltos, especialmente las cenizas o sus productos transformados (alófanas) son muy susceptibles a los procesos en remoción en masa, por lo que las altas precipitaciones en el departamento ocasionan el arrastre de grandes volúmenes de materiales de las zonas altas con poca vegetación hacia las zonas bajas, donde se identifican suelos más gruesos y espesos.

- **Acción vinculada con la fuerza de gravedad:** actúa constantemente sobre el relieve al ejercer su acción 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). 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.

  Las altas pendientes presentes en el departamento, donde el 77.8% del área total departamental, es mayor a 12%, a lo cual se le suman otros aspectos como el dominio de materiales sueltos en superficie, altas precipitaciones localizadas, tala de bosques, todo esto ocasiona que la fuerza

de gravedad actúe con mayor intensidad, lo que trae consigo fenómenos de remoción en masa, desprendimientos, avalanchas o lo que se conoce comúnmente como “deslaves”.

- **Acción por el grado de inclinación de la pendiente:** 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.

  La evolución de los suelos está sujeta a eventos externos 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 y generación de formas de la tierra).

  Se mencionó que las pendientes mayores a 12%, equivalen al 77,8% del área total del departamento, esto nos permite afirmar que en general los suelos dominantemente son delgados, excepto en aquellas áreas más altas y frías, donde se conserva la vegetación natural. El área con pendientes menores del 12%, donde los procesos de acumulación son más altos es del 22.2%.

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 de orden superior como inferior.

- **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 la temperatura que puede fluctuar desde menos de 10 ºC temperatura media anual en las cimas volcánicas (Pico Zunil con 3,549 m.s.n.m., Volcanes de Atitlán, 3,537 msnm, Santo Tomás 3,530 m.s.n.m., Tolimán 3,158 m.s.n.m. y San Pedro 3,020 m.s.n.m.) a 23.5 ºC media anual en el piedemonte (620 msnm), al sur del departamento, sobre el límite con los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez.

- ► La existencia de una distribución anual y muy marcada de la precipitación, cuyo mayor volumen precipita durante el segundo semestre del año; geográficamente precipita más en la zona montañosa del sur del departamento (4,500 mm) y disminuye notoriamente hacia la zona montañosa del norte (1,000 mm), ver con más detalles en el Capítulo 2.

- La presencia de un período seco, con una duración de cinco meses (finales de noviembre hasta abril, afecta el 75.8% del departamento y generan un régimen ústico de humedad en el suelo (Figura 3.8).

Fotografías de dos epocas épocas del año, del departamento de Sololá



Figura 3.8 Los dos pares de fotografías fueron captadas en la misma área del municipio de Nahualá, al occidente del departamento de Sololá y muestran el carácter ústico de los suelos. Las tomas de la izquierda fueron captadas durante el período seco -noviembre a mayo- cuando los suelos permanecen sin humedad suficiente para los cultivos por más de tres meses consecutivos y las tomas de la derecha corresponden al período lluvioso -mayo a octubre- (Fotos: C. García, 2010 y J. del Cid, 2011)

- Las mayores precipitaciones se registran en la zona sur del departamento y promueven un régimen údico del suelo (13.5% del área); estas no llegan a afectar el suelo por encharcamiento, debido a las texturas medias a gruesas y por las pendientes altas presentes. Los niveles freáticos son muy profundos, excepto en la unidad cartográfica de suelos Bahía de Santiago, donde es superficial y presenta un régimen ácuico (0.04% del total departamental).

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.

La materia orgánica y los organismos vivos son imprescindibles en el desarrollo de los procesos que se dan en el suelo y en muchas de sus propiedades físicas y químicas. Al ingerir, excretar y remover los materiales orgánicos y minerales, los macroorganismos como lombrices y hormigas, crean mayor porosidad, mejor circulación del aire y el agua, además facilitan la agregación de las partículas del suelo influyen sobre la solubilidad de elementos nutrientes.

La cobertura vegetal actúa como un colchón amortiguador, recibe las gotas de lluvia y las hace 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 mismo; 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.

En Sololá, es importante conservar la cobertura vegetal y del suelo debido a las altas deforestaciones; las pendientes pronunciadas que favorecen la escorrentía y las escasas medidas de conservación del suelo. Asimismo, la aplicación excesiva de agroquímicos afectan la actividad biológica, aumentando el riesgo de la erosión, los deslizamientos, procesos de remoción en masa, desestabilización de taludes de carreteras, sedimentación de acueductos y cuencas, afectando de forma negativa a la misma población (ver Figura 3.9).



Figura 3.9 La toma de la izquierda muestra procesos de remoción en masa, debido a realizar práctica agrícola en tierras sin esa capacidad, lo que ocasiona pérdida de suelos; a la derecha se aprecian obras de conservación de suelos, las cuales disminuyen la erosión; municipio de San Antonio Palopó (Foto: J. del Cid, 2010)

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 la interacción y ocurrencia de los procesos involucrados en la diferenciación del perfil (Malagón, 2001). Se considera el grado de evolución de los suelos como medida indirecta para evaluar su acción bajo condiciones definidas. En el departamento existe una población muy variable de suelos, que abarca desde los muy jóvenes (Entisoles) hasta suelos de evolución moderada (Molisoles y Andisoles údicos).

Las coberturas vegetales y un gran número y variedad de organismos (especialmente microorganismos) han generado un proceso de colonización sobre los materiales que originan los suelos, su aporte de materiales orgánicos repercute en la formación de suelos muy jóvenes; a medida que transcurre el tiempo estos productos transformados se van acumulando y generan suelos cada vez más profundos, maduros y fértiles, siempre y cuando el relieve lo permita.

En el departamento de Sololá se han identificado Entisoles y Molisoles, como los dominantes de las zonas más secas y de menor precipitación (ústicas); los Inceptisoles se encuentran tanto en zonas údicas como ústicas; los Andisoles de mayor espesor y más oscuros dominan las zonas más húmedas y frías, pero los de colores pardos están en las áreas de menor precipitación y con temperaturas más altas.

3.2.2 Procesos formadores del suelo

Los procesos formadores de suelos se han definido como una secuencia de eventos simples o no, que, por actuar sobre el medio de alteración, causan su diferenciación (Buol y otros, 1988).

3.2.2.1 Procesos generales

Estos procesos 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.

La formación de un suelo resulta del efecto combinado de los procesos generales que implican adiciones, transformaciones, translocaciones y pérdidas de los componentes físicos y químicos del material parental. Estos procesos determinan, en última instancia, la composición química y mineralógica del suelo, así como las características físicas y morfológicas de cada uno de los horizontes del perfil del mismo (IGAC, 1995) y, en consecuencia, la síntesis de su génesis y evolución.

Las transformaciones, pérdidas, ganancias 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 Sololá. Ellos se analizan a continuación:



Figura 3.10 El perfil muestra procesos de humificación en el horizontes A, producto de la "transformación" de la materia orgánica en humus y su posterior incorporación al material mineral del suelo (Foto: O. Hernández, 2010)

A). Transformaciones

Las transformaciones se refieren a todas las alteraciones que se producen en el suelo ya sea de compuestos orgánicos o minerales (meteorización mecánica y química de las rocas). Los productos resultantes, como 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; estos últimos se muestran en la Figura 3.10.

Mediante el proceso de transformación los minerales primarios se alteran en diferentes grados y pasan 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 condiciones del medio ecológico: el clima húmedo y las bajas temperaturas; ello se vincula con Andisoles údicos.

Como producto de estas transformaciones, en el departamento de Sololá se han identificado suelos que, por su evolución, presentan características e intergradaciones entre los siguientes órdenes: Andisoles, Inceptisoles, Molisoles y Entisoles. Las características morfológicas, físicas, químicas, bioquímicas y mineralógicas de los suelos anotados 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; su diferenciación, en gran medida, está relacionada con la variación en el tamaño de las partículas, la composición química, el clima y la edad.

Micromorfología del suelo: La micromorfología se utiliza para ayudar a comprender la génesis del suelo, especialmente en los procesos de **trasformación y translocación.** Con ellos se identifican argilanes iluviales, forma parte de los criterios utilizados para la identificación de horizontes argílicos (Soil Survey Manual 1993). También sirve para identificar superficies de deslizamientos (slikensides) en suelos que se automezclan, como los vertisoles y los subgrupos vérticos.

Este se realiza a través de **análisis micromorfológico en secciones finas** que consisten en el análisis microscópico de la estructura interna del suelo, a través de secciones finas por adelgazamiento de terrones, peds o estructuras de suelo (Anexo A. Metodología). Este tipo de análisis suministra información detallada de la composición mineralógica de los materiales parentales que dan origen a un suelo.

El análisis micromorfológico se realizó en tres suelos representativos del departamento, con grado incipiente a moderado de evolución (Inceptisoles, Andisoles y Molisoles), en ellos se revela la presencia de abundantes minerales primarios que nos permite confirmar el **"bajo"** grado de evolución de los mismos.

De acuerdo con las figuras 3.11, 3.12 y 3.13, los suelos analizados del departamento de Sololá muestran el predominio de minerales primarios como los feldespatos de la serie plagioclasas, anfíboles como la hornblenda, fragmentos de tobas vítreas. La presencia de estos minerales es importante para asegurar que los suelos tienen **alta fertilidad potencial,** debido a la presencia de los minerales primarios identificados, caso que solo ocurre en los suelos de bajo desarrollo. El análisis por secciones delgadas le fue practicado a los siguientes perfiles:

- **Sección fina del perfil 071901, profundidad 00-25 cm:** En la composición de minerales gruesos presenta feldespatos (serie plagioclasas, algunos potásicos) y anfíboles (hornblenda), entre 30 y 50%, de tamaño arena muy fina a media (algunos cristales de feldespatos son mayores a 1 mm), fragmentos tobáceos <5% (mayor a 500 micras de diámetro), granos subredondeados, fragmentos de toba con matriz vítrea, que recubre minerales de feldespatos principalmente; los componentes finos que muestra son de naturaleza órgano -mineral, de color pardo amarillento y presencia de raíces (Figura 3.11).

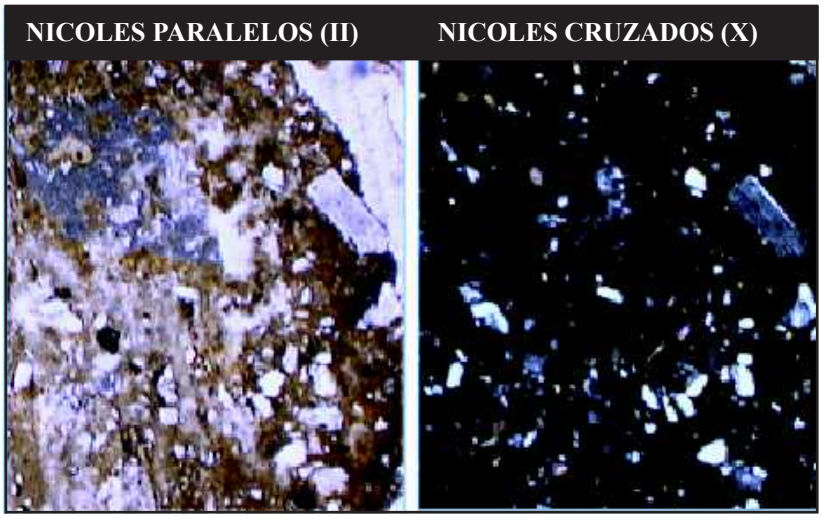


Figura 3.11 Sección fina del perfil 071901; horizonte 00-25 cm; NII y NX 1,25 x 10 x 3.3 (Fotos: IGAC, 2011).

- **Sección fina del perfil 070509, profundidad 00-35 cm:** En la composición de minerales gruesos dominan los feldespatos (serie plagioclasas) y anfíboles (básicos), frecuentes (15-30%), tamaño arena fina y media, con algunos cristales de lamprobolita; fragmentos tobáceos, muy pocos (<5%), de tamaño variado, granos subredondeados, fragmentos desde muy finos (cerca de 50 micras) a muy gruesos (cerca a 500 micras); componentes finos de naturaleza órgano mineral, de color pardo oscuro, presencia de raíces. (Figura 3.12).

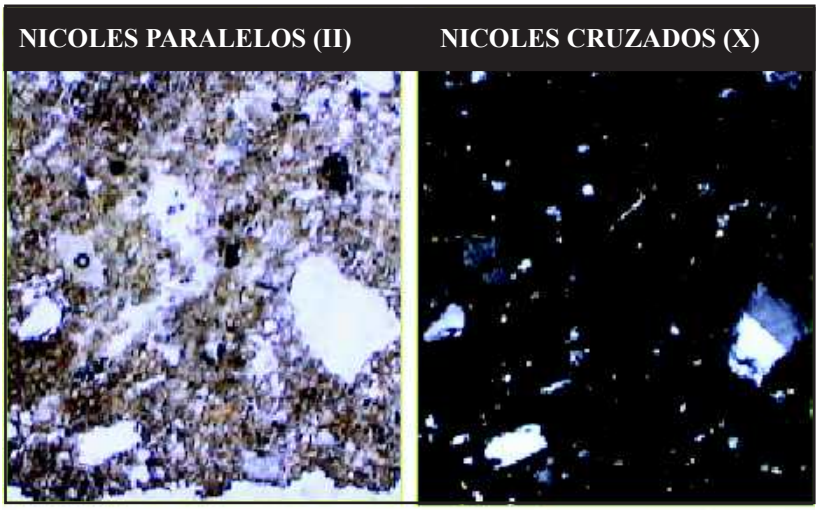


Figura 3.12 Sección fina del perfil 070509; horizonte Ap: 00-35 cm; NII y NX 1,25 x 10 x 3.3 (Fotos: IGAC, 2011).

- **Sección fina del perfil 071203, profundidad 00-25 cm:** Entre sus componentes minerales gruesos se destacan feldespatos (serie plagioclasas) y anfíboles (hornblenda), entre 30 y 50%, de tamaños heterométricos (>100 micras de diámetro) en forma de prismas tubulares; fragmentos tobáceos y cuarcita <5% (mayor a 1 mm), de granos subredondeados; los componentes finos presentes son de naturaleza - órgano - mineral, de color pardo muy oscuro, presenta raíces (Figura 3.13).

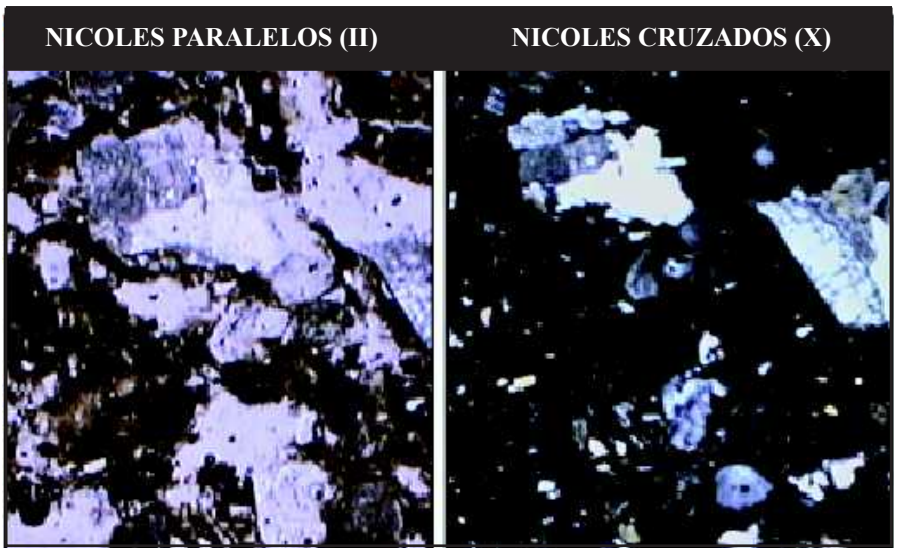


Figura 3.13 Sección fina del perfil 071203, horizonte Ap: 00-25 cm, NII y NX 1,25 x 10 x 3.3 (Fotos: IGAC, 2011).

B). Pérdidas

El proceso de pérdidas hace referencia a la eliminación de materiales sólidos (erosión) o de compuestos solubles (lavado o lixiviación). En este último caso los solutos del suelo son eliminados del perfil. 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; el proceso hace que el suelo se acidifique.

Además de las pérdidas por lixiviación, también se presentan pérdidas por movimientos en masa (Figura 3.14). La erosión hídrica se acentúa a medida que aumenta la pendiente; la irregular distribución de las lluvias, generalizada en Sololá, hace que estas caigan con mayor intensidad y frecuencia durante



Figura 3.14 Proceso de remoción en masa que determina la pérdida de suelos, municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: W. González, 2010)

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.

En síntesis las pérdidas por lixiviación (lavado) son muy pocas, solamente el 3.4% de los suelos del departamento presentan pH inferior a 5.5, suelos con pH entre 5.6 y 6.5 ocupan el 76.8% del área departamental y suelos con pH superior a 6.5 ocupan el 7.2% (Capítulo 7. Aplicaciones). En cambio las pérdidas por erosión son altas ya que los grados de erosión moderado y severo constituyen el 56.9% de las tierras de Sololá.

C). Adiciones o ganancias

Proceso mediante el cual los suelos se enriquecen con materiales orgánicos y/o minerales provenientes de diferentes fuentes y con variada composición; éstos, posteriormente se transforman e incorporan a los materiales ya preexistentes (Figura 3.15).

Los aportes de materiales orgánicos se vinculan con la vegetación, ésta con sus residuos o productos de descomposición enriquecen los suelos. Las ganancias de origen mineral, se relaciona con diferentes eventos como explosiones volcánicas, sedimentos acarreados por el agua, el viento y la gravedad.

En Sololá los suelos con mayor influencia de materiales orgánicos son los que se encuentran en los climas fríos, muy fríos y extremadamente fríos, donde predomina la acumulación y se ha favorecido su conservación, ya que por las pendientes pronunciadas, han sido menos intervenidos. En estas zonas se encuentran los estrato -volcanes de San Pedro, San Lucas, Atitlán, Santo Tomás y/o las zonas altas noroccidentales que dividen a Sololá del departamento de Totonicapán.

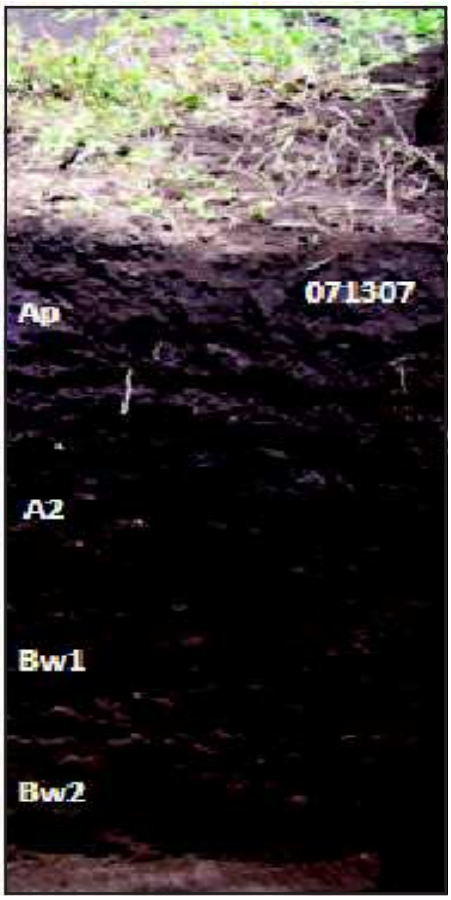


Figura 3.15 Horizontes A enriquecidos con materiales de origen orgánico, éstos, al humificarse, generan complejos órgano-minerales estables, especialmente en los Andisoles (Foto: W. González, 2010)

D). Translocaciones

Las translocaciones integran 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 en el departamento de Sololá) es propiciado por un período estacional sin lluvia. Los ciclos alternos de humedecimiento y secamiento facilitan la dispersión de ellas, fenómeno que permite su translocación, durante la estación húmeda.

En la figura 3.16 se muestra el proceso de translocación de arcillas en un suelo del departamento, observado en una sección fina. Aunque en la práctica este proceso consiste en generación de horizontes subsuperficiales argílicos (Bt), este es un caso excepcional, ya que no es un proceso dominante de ocurrencia.

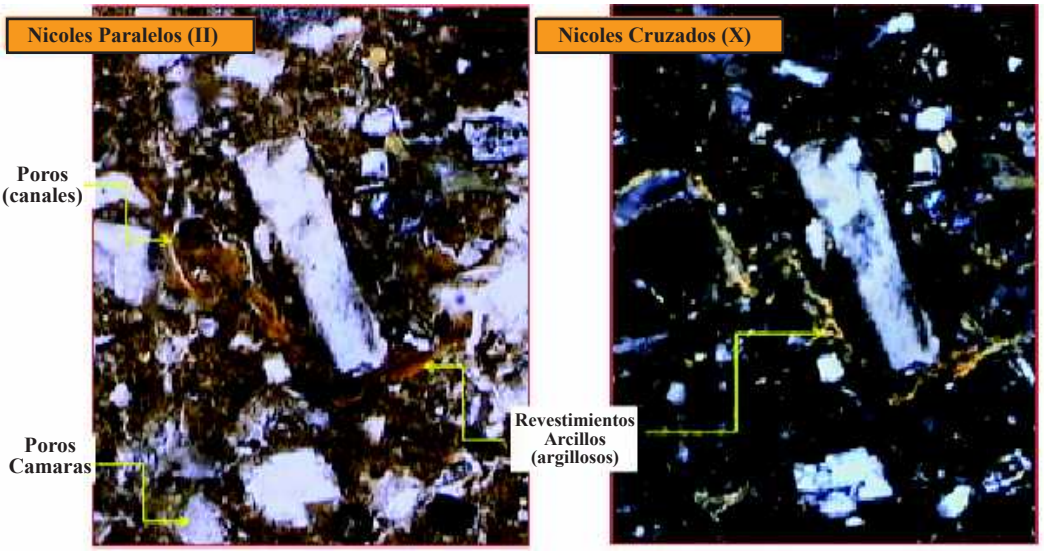


Figura 3.16. Sección fina del perfil 071203, horizonte Ap: 25-55 cm, NII y NX 4 x 10 x 3.3. Se aprecia la migración mecánica de arcillas de color pardo en forma de revestimientos en cavidades y planos formando un horizonte argílico (Fotos: IGAC, 2011).

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 e integra 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. El proceso específico más importante identificado en este estudio corresponde a la Andolización (presente en los Andisoles). Los Andisoles son los suelos dominantes del departamento (Figura 3.17a); además los intergrados ándicos de los demás suelos son numerosos.

Por otra parte la incorporación de la materia orgánica y su posterior "unión" con la fracción mineral del suelo bajo condiciones de 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 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. La influencia notoria de los materiales piroclásticos en el departamento explican las integradaciones ándicas de los Inceptisoles (Figura 3.17b), Molisoles (Figura 3.17c) y Entisoles (Figura 3.17d).

El proceso específico dominante en los suelos del departamento de Sololá es el de la Andolización. Este tipo de proceso presenta diferentes grados de expresión, tanto morfológica como físico-química, evaluados en la Taxonomía Norteamericana de Suelos (Soil Survey Staff, 2010) mediante las denominadas "Propiedades Ándicas", es decir requisitos que debe cumplir un suelo para ser clasificado como Andisol.

Las propiedades Ándicas hacen referencia, en general, a bajas densidades aparentes, retención de fosfatos, y presencia de elementos que, como aluminio y hierro, presenten actividades altas. Los valores **altos** presentados en estas propiedades se vinculan con mayores grados de evolución de los Andisoles y, por el contrario, aquellos **bajos** con etapas iniciales de su formación, razón por la cual se interrelacionan con los valores del vidrio volcánico, material indicativo o "fuente" de ellos.

En la naturaleza existen Andisoles alofánicos (altos en productos amorfos denominados alófanas), y Andisoles no alofánicos. Lo importante para definir un suelo como Andisol es que cumpla las propiedades ándicas. En el departamento de Sololá predominan los Andisoles alofánicos (ver anotaciones sobre la mineralogía de la fracción arcilla) y la gran mayoría cumple los características mínimas establecidas para las propiedades ándicas. Ello se interpreta afirmando que son de "bajo grado evolutivo".

La dominancia de materiales amorfos en estos suelos representa una etapa intermedia de transformación en la cual estos no han evolucionado a minerales de mayor ordenamiento cristalino, como Haloisita o Caolinita. El origen de dichos materiales no está restringido a la presencia de vidrio volcánico, aunque este los favorece. Los materiales amorfos favorecen la formación de complejos entre el humus y el aluminio o entre el humus y ellos. Esto depende, a su vez, del grado de evolución de los componentes del humus; en el caso de Sololá se estima, también, que este es bajo; dado que los valores encontrados para el Índice Melánico (relación que evalúa el grado de desarrollo del humus) así lo establecen.

En síntesis, el proceso de andolización estudiado determina que los Andisoles de Sololá son alofánicos, de bajo grado evolutivo (cumplen las propiedades ándicas asociadas a este grado), presentan índices melánicos vinculados con baja polimerización y están en concordancia tanto con la historia geológica del departamento, como con las condiciones ecológicas del mismo.



a. **b.** **c.** **d.**

Figura 3.17 El perfil a. muestra un suelo Vitric Haplustands (orden Andisol) oscuro y rico en materia orgánica; en b. un Typic Humudepts (Inceptisol) rico en materiales orgánicos; en c. un Typic Haplustolls (Molisol) moderadamente evolucionado con alta saturación de bases y en d. un Typic Ustorthents (Entisol) el menos evolucionado

La importancia del proceso radica, en la práctica, en la comparativa alta fertilidad de estos suelos, no obstante la fijación de elementos que, como el fósforo, que al parecer son retenidos por los compuestos amorfos y especialmente por el aluminio activo. Ello determina que su aplicación sea localizada, obviamente en función del tipo de cultivo (los procesos de fijación ameritan más investigación para determinar con certeza este fenómeno).

El exceso de mecanización, tanto convencional como tecnificada, produce degradación de la estructura en los Andisoles, ello determina que su aplicación disminuya en el tamaño de los agregados, pulverizando los suelos y haciéndolos susceptibles a la erosión hídrica y eólica, además de disminuir su capacidad productiva.

En los demás suelos del departamento, su tipo y grado de evolución está referido a procesos generales, no específicos, de formación de suelos (Inceptisoles y Entisoles).

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 horizonte y letras minúsculas vinculadas 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.

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, con base en criterios cuantitativos. 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 y en la práctica, transferirlo y aplicarlo. Ello constituye el criterio para conformar los "Sistemas Taxonómicos". El sistema de clasificación aplicado en el área de estudio es la Taxonomía Norteamericana de Suelos "Soil Taxonomy" (Soil Survey Staff, 2006 y 2010). En el presente estudio se llega a la categoría 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 como tales pero sin establecer sus aplicaciones específicas. En el presente estudio se aplicó la metodología del Soil Survey Staff (SSS, 2010) para realizar el Levantamiento de Suelos y la Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso (clasificación aplicada o interpretativa) se utilizó con finalidades prácticas.

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 tratan posteriormente en los capítulos 5 y 6.

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 morfogenéticos en el departamento de Sololá son: "A" (horizonte superficial no intervenido); "Ap" (horizonte superficial trabajado por el hombre); "Bw" (horizonte que presenta transformación del material parental); "C" (capa o material que genera el suelo) y "R" (roca).

El Sistema Taxonómico utilizado para clasificar los suelos del departamento de Sololá (Soil Survey Staff, 2010) puede resumirse en la pirámide taxonómica presentada en la Figura 3.18.

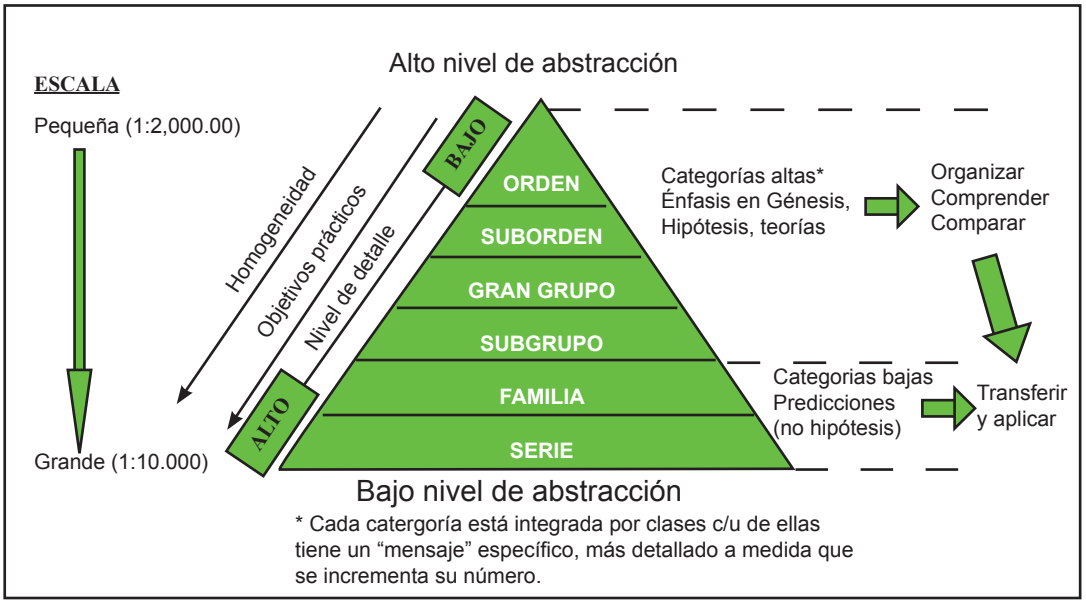


Figura 3.18 Pirámide multicategórica del sistema norteamericano de clasificación de suelos y sus relaciones con escala, detalle y objetivos (IGAC, 1995)

Esta figura muestra las categorías que integran el Sistema y las Clases que conforman las Categorías. Las Categorías parten de lo más general a lo más 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.

Como se muestra en el Cuadro 3.3, en el departamento se identificaron 4 de las 12 clases de la categoría Orden que integra el Sistema Norteamericano de Clasificación (Soil Survey Staff, 2010).

Las clases están ordenadas de acuerdo con su extensión y son: Andisol (46.7%), Inceptisol (30.0%), Molisol (8.5%) y Entisol (2.3%), éstas 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 "levantamientos semidetallados de suelos", los cuales utilizan escalas de publicación 1:25,000 a 1:50,000.

3.3.1.1 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 la presencia o ausencia de horizontes diagnósticos. Por ejemplo: **Andisol** (lo identifica las letras And): Proceso específico: Andolización (formación de compuestos resultantes de la alteración de cenizas volcánicas con aquellos provenientes de la descomposición de materiales orgánicos). Se evaluó utilizando los criterios inherentes a las propiedades ándicas (Soil Survey Staff, 2010).

- **Suborden:** Categoría superior que indica la homogeneidad genética, resaltando los aspectos que la definen, por ejemplo las propiedades asociadas con la humedad del suelo, su temperatura, evolución y otras. Por ejemplo **Vitrands:** Andisol poco evolucionado, evidenciado por abundancia de vidrio volcánico y propiedades ándicas limitadas.

- **Gran Grupo:** Categoría vinculada con mayor homogeneidad genética; explica, además, las causas de ello, por ejemplo condiciones de humedad, adicionales a las que definen el Suborden. Ejemplo **Ustivitrands**: Andisol poco evolucionado relacionado con abundancia de vidrio volcánico; adicionalmente, su ubicación en esta categoría resalta el hecho de presentar régimen de humedad Ústico, es decir que el suelo permanece seco por más de 90 días consecutivos sin humedad suficiente para cultivos continuados.

- **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, característica que lo diferencia y, por ello, se resalta, nombrándosele entonces como **Humic Ustivitrands.**

- **Familia:** En esta categoría, de mayor detalle, las principales clases que la integran están referidas a características y propiedades físicas, químicas y mineralógicas que lo tipifican y fundamentan posteriormente, su uso y manejo. Entre ellos destacan con la distribución de partículas (de todos los tamaños) que integran el suelo, la composición mineralógica de ellas, su actividad (qué tan activo es el suelo) y el régimen de temperatura donde se encuentra. Por ejemplo **Humic Ustivitrands familia ceniza, isotérmica.**

En los Andisoles y suelos que intergradan a ellos (suelos "parecidos" a ellos), en la clase por distribución de partículas se utilicen otras clases (llamadas sustitutas) y que reflejan mejor sus propiedades: por ejemplo cenizas volcánicas, piedra pómez, materiales amorfos y otros.

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 a nivel de Familia.

Las principales Clases de suelos (a nivel de Subgrupos), en el departamento se consignan en el Cuadro 3.3.

La clasificación al detalle del estudio, (familias de suelos), se muestra en la Leyenda y descripción de las unidades cartográficas del Capítulo 4.

3.3.1.2 Horizontes diagnósticos

Los horizontes "diagnósticos" se denominan así por poseer características diferenciantes basadas en propiedades cuantitativas de los suelos tales como color, espesor y consistencia que permiten "diagnosticar" su taxonomía. Uno o más de ellos permiten clasificar el suelo en el Sistema Norteamericano de Clasificación de Suelos. Las características diagnósticas deben ser el resultado de procesos genéticos tangibles y cuantificables. Su calificativo de "diagnóstico" los vincula directamente con la taxonomía de los suelos, de ahí su importancia.

- **Epipedones (del griego *epi* = sobre):** horizontes superficiales que no son sinónimo del horizonte A, pero que se relacionan con él; pueden incluir horizontes transicionales al B (Figura 3.19).

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:** epipedón 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.

- **Endopedones (del griego 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 3.19).

En el departamento sobresalen los siguientes:

- ► **Cámbico:** Es un horizonte de bajo grado de desarrollo, ya sea como producto de las alteraciones físicas o de las transformaciones químicas del material parental.
- ► **Ninguno:** El material parental no ha sido alterado significativamente por los procesos formadores (Ejemplo capa u horizonte C).



Figura 3.19 En la fotografía a) se muestra un horizonte diagnóstico superficial mólico y un horizonte diagnostico subsuperficial cámbico, en la foto b) un horizonte superficial úmbrico y un horizonte subsuperficial cámbico, y en la fotografía c) un horizonte superficial ócrico; este perfil carece de horizonte subsuperficial diagnóstico (Fotos: D. López, 2009)

3.4 DESCRIPCION DE LOS SUELOS CLASIFICADOS

En el Cuadro 3.3 se presenta la clasificación de los suelos identificados en el departamento de Sololá hasta el nivel de Subgrupo. La Figura 3.20 presenta el mapa de las clases de suelos en la categoría de Orden. En los numerales 3.4.1 a 3.4.4 se describen aspectos relevantes de los suelos, ordenados de mayor a menor de acuerdo al área que ocupan en el departamento.

Cuadro 3.3 Clasificación taxonómica a nivel de Subgrupo de los suelos del departamento de Sololá

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Perfiles
Andisol	Cryands	Vitricryands	Humic Vitricryands	70514
	Vitrands	Ustivitrands	Humic Ustivitrands	70201
		Udivitrands	Humic Udivitrands	71302
			Typic Udivitrands	71905
	Ustands	Durustands	Typic Durustands	71312
		Haplustands	Vitric Haplustands	40623, 41115, 70112, 71805
			Pachic Haplustands	70522
			Thaptic Haplustands	70509
			Dystric Haplustands	70104, 70107, 70113, 70301, 70401, 70402, 70502, 70510, 70511, 70516, 70517, 70521, 70602, 71205, 71801, 71806,
			Humic Haplustands	30608, 70105, 71303, 71314
			Typic Haplustands	40624, 40713, 40811, 40904, 41213, 71701, 71702, 71704
	Udands	Hapludands	Vitric Hapludands	71304, 71307
			Typic Hapludands	40809, 40814, 70610, 70524, 70611, 71305, 71317, 71909,
Entisol	Fluvents	Ustifluvents	Typic Ustifluvents	71705
	Orthents	Ustorthents	Lithic Ustorthents	71707
			Vitrandic Ustorthents	41107
			Typic Ustorthents	70501, 70114, 70608, 71201
Inceptisol	Aquepts	Endoaquepts	Typic Endoaquepts	71901
	Ustepts	Durustepts	Typic Durustepts	71001
		Humustepts	Lithic Humustepts	70904, 71002, 71708
			Andic Humustepts	70101, 70102, 70103, 70111, 70403, 70503, 70513, 70601, 70901, 70909, 71206, 71208, 71309, 71320, 71321, 71322, 71803, 71902, 71903, 70518, 70519, 70520, 70612, 71703, 71804
			Typic Humustepts	70504, 70603, 70607, 71908, 70506
		Dystrustepts	Andic Dystrustepts	70905, 71204
			Humic Dystrustepts	40403
			Typic Dystrustepts	40206, 40615, 40710
		Haplustepts	Andic Haplustepts	31006, 31410, 40212
			Fluventic Haplustepts	70505
			Dystric Haplustepts	41402
			Typic Haplustepts	70906
	Udepts	Humudepts	Andic Humudepts	70515, 70609, 71907, 70525, 70523, 70613
		Eutrudepts	Andic Eutrudepts	40812
		Dystrudepts	Typic Dystrudepts	40815
Molisol	Ustolls	Durustolls	Entic Durustolls	70912, 70801
		Haplustolls	Lithic Haplustolls	71202, 71401
			Andic Haplustolls	40612, 70902, 71313, 71706, 71802, 71904, 40706, 71003, 71209, 71906
			Vitrandic Haplustolls	30311
			Cumulic Haplustolls	30105
			Pachic Haplustolls	70903
			Fluventic Haplustolls	30404, 70106, 70110
			Entic Haplustolls	70108, 71101, 71102
			Typic Haplustolls	40903, 41403, 70512, 70910, 71207, 71308, 71807, 71203, 71306, 71324
	Udolls	Hapludolls	Vitrandic Hapludolls	71316
			Typic Hapludolls	71301, 71323

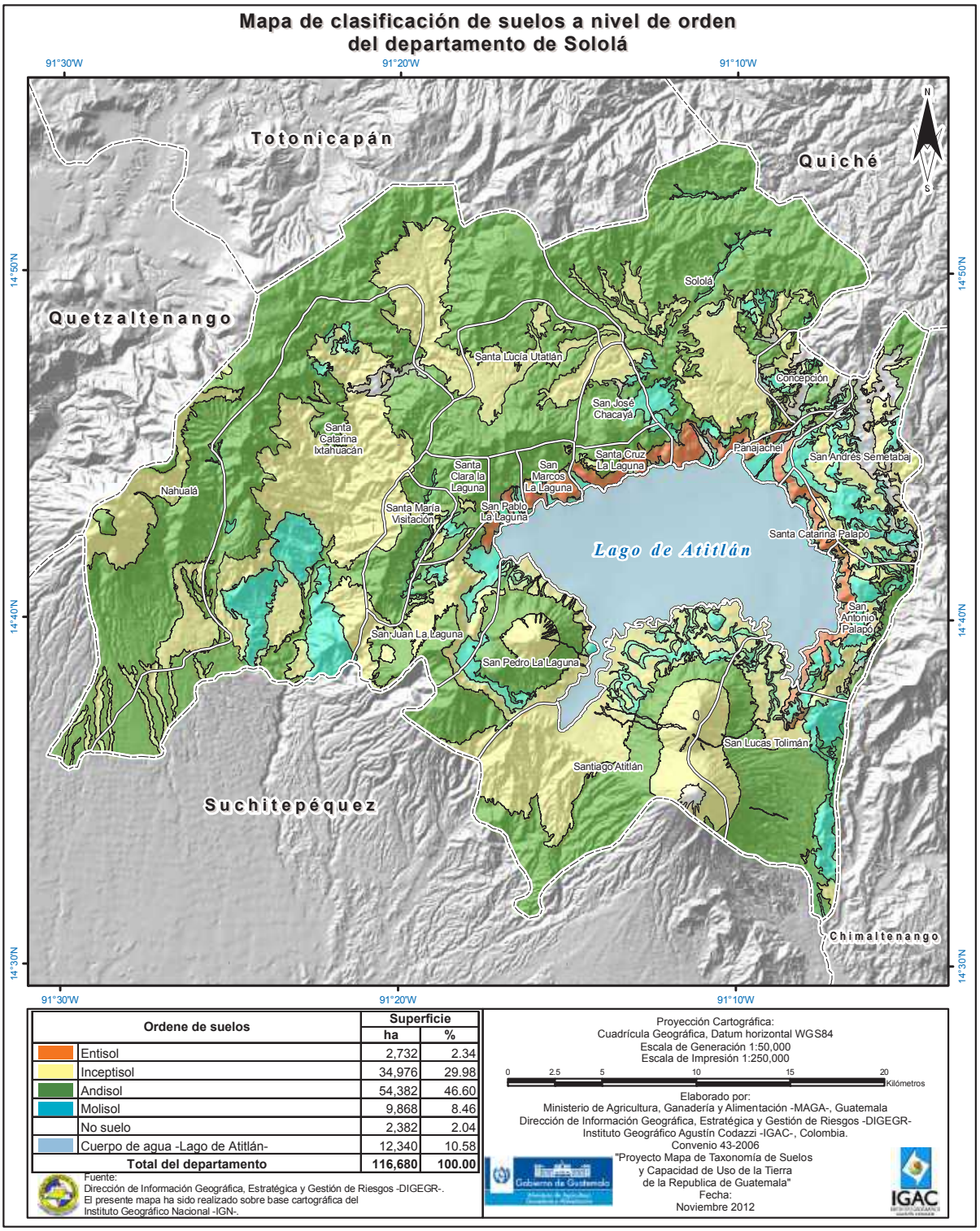


Figura 3.20 Mapa de distribución geográfica de las clases de suelos en la categoría Orden en el departamento de Sololá

3.4.1 Andisoles

El orden Andisol (nombre derivado del japonés An = oscuro y Do = suelo), hace referencia a suelos con complejos de adsorción entre coloides orgánicos y minerales o con complejos Al-humus y que cumplen con las propiedades ándicas.

Estos suelos ocupa 54,382 ha, que equivalen al 46.60% de la superficie del departamento, por lo cual es el primer 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 cumplir con las propiedades ándicas siguientes: densidad aparente, retención de fosfatos, aluminio y hierro activos, vidrio volcánico (los casos en que aplica cada una y los valores respectivos, se encuentran en Soil Survey Staff, 2010), 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 Subórdenes, Grandes Grupos y Subgrupos de los Andisoles de Sololá se presentan en el Cuadro 3.3.

Las características más importantes de este Orden en el departamento se encuentran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.4 Características importantes de los Andisoles de Sololá

Características	Descripción
Morfológicas	Presencia de perfiles A-C, A-AC-C, A-C-Ab, A-Bw-C; los horizontes A son espesos, oscuros; suelos porosos, friables, no plásticos, no pegajosos.
Químicas	Altos contenidos de materia orgánica en suelos conservados, formando complejos de adsorción orgánico – minerales; 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; índice melánico 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). Se recomienda usar las texturas organolépticas o al tacto.
Minerales	**Fracción arcilla:** dominan materiales no cristalinos o amorfos, seguidos de feldespatos y, en bajo porcentaje, se encuentran: cristobalita, caolinita, metahaloisita y haloisita.
	Fracción arena: dominan los feldespatos (plagioclasas) y los productos de alteración; en mucha menor proporción piroxenos, anfíboles, cuarzo, biotita, circón y vidrio volcánico.

3.4.2 Inceptisoles

Los Inceptisoles (del latín Inceptum = comienzo o incipiente), son suelos minerales de baja evolución pero con horizontes bien diferenciados; ocupan un total de 34,976 ha, lo que representa el 29.98% de la superficie del departamento. Constituye el segundo 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 Subórdenes, Grandes Grupos y Subgrupos, determinados para el departamento se presentan en el Cuadro 3.3.

Las características más importantes de este Orden en el departamento se encuentran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.5 Características importantes de los Inceptisoles de Sololá

Características	Descripción
Morfológicas	Presentan perfiles Ap-Bw-C, Ap-A2-Bw-C, Ap-Bw-Cm, Ap-B-Cr; epipedón oscuro, suelos 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 ócricos, úmbricos o cámbicos.
Químicas	Contenido variable de materia orgánica de acuerdo con la zona, presentan de media a alta capacidad de intercambio de cationes y de 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 en las cuales varía entre 0.9 y 1.0 gr/cc; los suelos tienen poco desarrollo de estructura, son de poco espesor, en algunos casos carecen de endopedón.
Minerales	**Fracción arcilla:** presentan dominancia de materiales no cristalinos, en proporciones mucho menores de feldespatos (plagioclasa), haloisita, cristobalita, matahaloisita, caolinita e intergrados 2:1 – 2:2.
	Fracción arena: dominan los feldespatos (plagioclasas) y en menores porcentajes se encuentra: cuarzo, piroxenos, biotita, anfíboles, vidrio volcánico y circón.

3.4.3 Molisoles

Los Molisoles (del latín Mollis = blando); son suelos minerales con horizonte superficial grueso, mullido o blando y oscuro, relativamente alto en materia orgánica y con abundantes bases en todo el perfil del suelo. Ocupan una extensión de 9,868 hectáreas equivalentes al 8.46% de la superficie total del departamento, lo que hace que se ubiquen en el tercer lugar de acuerdo con el área que abarcan.

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 terrazas del paisaje de altiplano y en cuerpo de abanico del paisaje de piedemonte. Los principales Subórdenes, Grandes Grupos y Subgrupos se presentan en el Cuadro 3.3.

Las características más importantes de este Orden en el departamento se encuentran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.6 Características importantes de los Molisoles de Sololá

Características	Descripción
Morfológicas	Presentan perfiles Ap-A2-C-Ab, Ap-Bw-C, Ap-B-R, A-B, 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	Moderados contenidos de materiales orgánicos humificados, especialmente en suelos que permanecen con abundante vegetación, esto les imprime de baja a media melanización (proceso de oscurecimiento de los suelos); constituyendo su proceso predominante.
Físicas	Densidad aparente baja a media, baja a media retención de humedad, predominio de texturas francas. Propiedades físicas generalmente adecuadas para el desarrollo radicular, excepto donde existe contacto lítico y donde predominan las texturas gruesas.
Minerales	**Fracción arcilla:** presenta dominio de materiales no cristalinos o amorfos, seguido de feldespatos y presentan trazas de cristobalita, caolinita, haloisita y esmectitas.
	Fracción arena: contiene abundantes minerales primarios como feldespatos (plagioclasas) y productos de alteración, además, en menor proporción se presenta: vidrio volcánico, anfíboles, piroxenos, biotita, cuarzo y circón.

3.4.4 Entisoles

Los Entisoles son suelos de baja evolución, con horizontes pedogenéticos débiles o carentes de ellos. El área que ocupan es de 2,732 hectáreas, lo que corresponde al 2.34% 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: estratro-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 Subordenes, Grandes Grupos y Subgrupos se presentan en el Cuadro 3.3.

Las características más importantes de estos suelos en el departamento se encuentran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.7 Características importantes de los Entisoles de Sololá

Características	Descripción
Morfológicas	Estos suelos por ser muy poco evolucionados, presentan un perfil con horizontes A-C, Ap-C-Ab, Ap-C-Ab-2C, un epipedón ócrico poco profundo sobre capas C, de color claro, con poco o ningún grado de desarrollo pedogenético.
Químicas	Bajo contenido en materia orgánica, pH de ligero a moderadamente ácido, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes baja a media, fertilidad química 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 o esta es muy débil, son de poco espesor, no presentan endopedón u horizontes diagnósticos subsuperficiales.
Minerales	**Fracción arcilla:** presentan materiales no cristalinos o amorfos, en porcentajes mucho menores: feldespatos, haloisita, cristobalita, matahaloisita, caolinita, intergrados 2:1- 2:2.
	Fracción arena: dominan los feldespatos (plagioclasas) y en menores porcentajes se encuentra: cuarzo, piroxenos, biotita, anfíboles, vidrio volcánico y circón.

3.4.5 Sin suelo

Estas áreas equivalen a 2,382 hectáreas (2.04%) 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 intervención antrópica. Estas zonas se identifican como TC = Áreas misceláneas de tierras de ceniza, DC = Áreas misceláneas de depósitos de cauce y ME = Áreas misceláneas erosionadas.

3.4.6 Síntesis de los suelos presentes en el departamento de Sololá

En el departamento predominan los Andisoles, seguido de los Inceptisoles, Molisoles y Entisoles; aunque la mayoría de ellos presentan intergradaciones ándicas debido a que han evolucionado a partir de materiales piroclásticos del Cuaternario, en especial del Holoceno; 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 3.21 se presentan gráficamente ejemplos de perfiles con las características morfológicas más sobresalientes de cada Orden identificado para el departamento de Sololá.

- **Andisoles:** suelen caracterizarse por presentar colores oscuros; 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.

- **Inceptisoles:** suelos de baja evolución genética, pero con horizontes bien diferenciados, generalmente presentan epipedón oscuro y friables, presentan contenidos variables de materia orgánica de acuerdo con la zona donde se encuentran, densidad aparente mayor a 1 gr/cc, media a alta capacidad de cambio y de saturación de bases. Varios de estos presentan contenidos de materiales amorfos en el epipedón.

- **Molisoles:** 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.

- **Entisoles:** 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.

La distribución espacial de estos suelos conforma su cartografía.

3.5 CARTOGRAFÍA DE SUELOS

La cartografía de suelos tiene por objetivo conocer y representar su distribución en el espacio (Figura 3.22). Para llevarla a cabo deben “nombrarse” los suelos (su taxonomía) y establecer sus límites geográficos, ambos dependen de la escala (detalle) del estudio.

En el departamento de Sololá la escala seleccionada fue de 1:50,000 y mediante la separación por “formas del terreno” y la comprobación con los porcentajes de los suelos presentes en ellos, se establecieron Unidades Cartográficas de Suelos (UCS) de los tipos: Asociación, Consociación, Complejo y Grupo Indiferenciado, las que se describen posteriormente en el Capítulo 4. 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 del Orden se presenta en la Figura 3.15. La metodología seguida para conformarlo se especifica en el capítulo correspondiente a Métodos y Procedimientos (Anexo A).



Figura 3.21 Se presenta un perfil de los suelos representativos determinados para el departamento de Sololá. De izquierda a derecha: Perfil Modal 070514 Humic Vitricryands; PM 071908 Typic Humustepts; PM 071323 Typic Hapludolls y PM 070608 Typic Ustorthents (Fotos: Archivo UPGGR, 2010)

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 de humedad del suelo a través del año.

Las geoformas, con sus condiciones climáticas, conforman la delineación preliminar donde se estudian los suelos (unidad de mapeo o unidad cartográfica), 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** (presencia de dos o más suelos disímiles o áreas misceláneas que se presentan en un patrón conocido); **Complejos** de suelos (no es posible separar los suelos aún 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) o **Consociaciones** de suelos (un suelo domina ampliamente a los demás). Las Consociaciones y los Grupos Indiferenciados 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 Asociaciones, Consociaciones, Complejos y Grupos Indiferenciados.

Un ejemplo de la distribución de los suelos en el departamento se muestra en la Figura 3.22, a continuación.



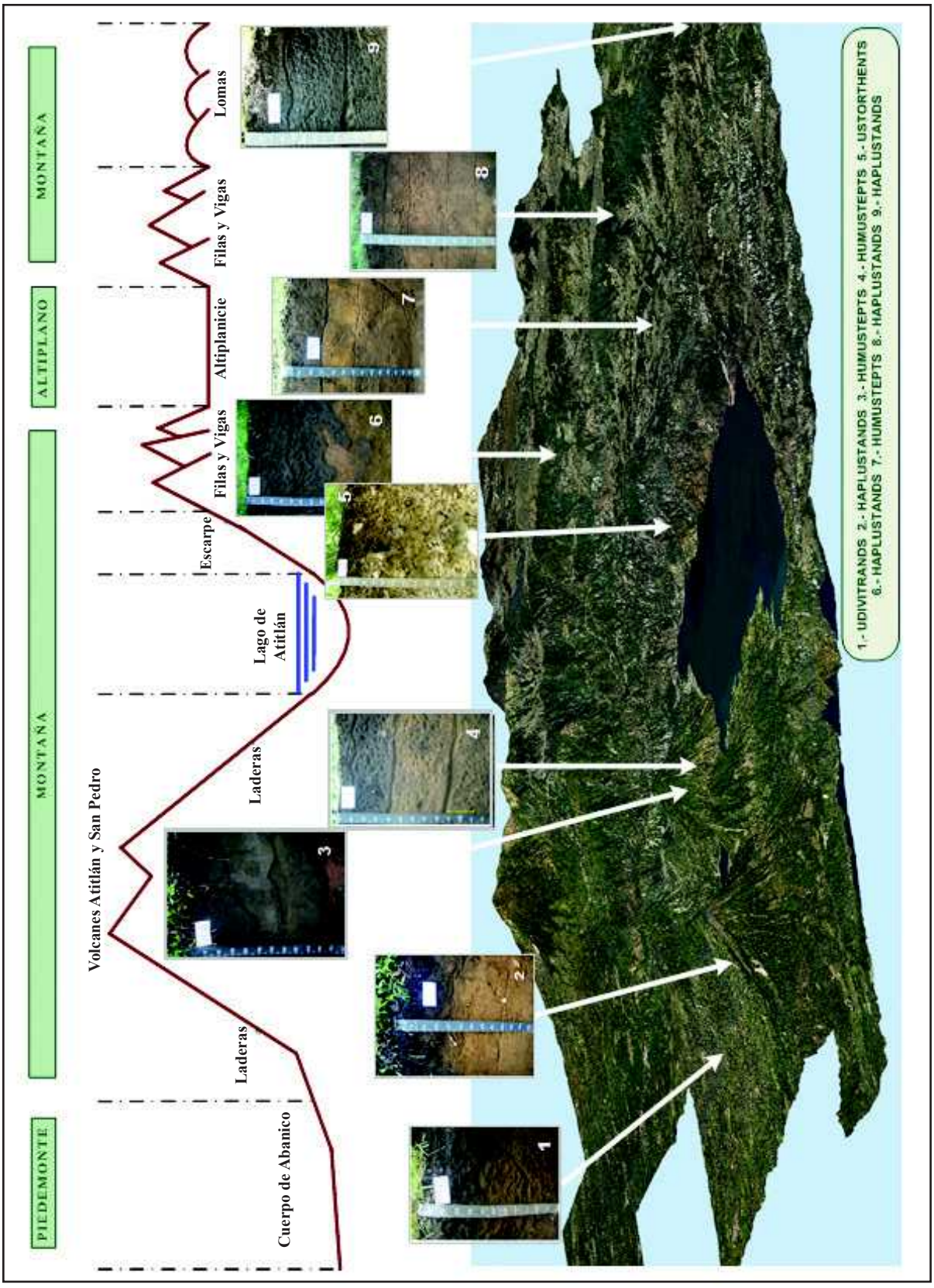


Figura 3.22 Transecto geomorfológico – pedológico que muestra la distribución mayoritaria de los suelos del departamento de Sololá

3.6 BIBLIOGRAFÍA

BONNIS, S. 2009. Geología del departamento de Sololá. Inédito. 6 p.

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.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Normas y especificaciones de levantamientos de suelos. 62 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.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, Alfredo Obiols, GT). 1993. Mapa Geológico de la República de Guatemala (Hoja Sololá). Escala 1:50,000. Guatemala.

JENNY, H. 1941. Soil forming factors. A system of quantitative pedology. McGraw – Hill, New York, USA. 281 p.

MALAGON, C., D. 2001. Informe de país: Colombia. Subdirección de Agrología. Inédito, 15 p.

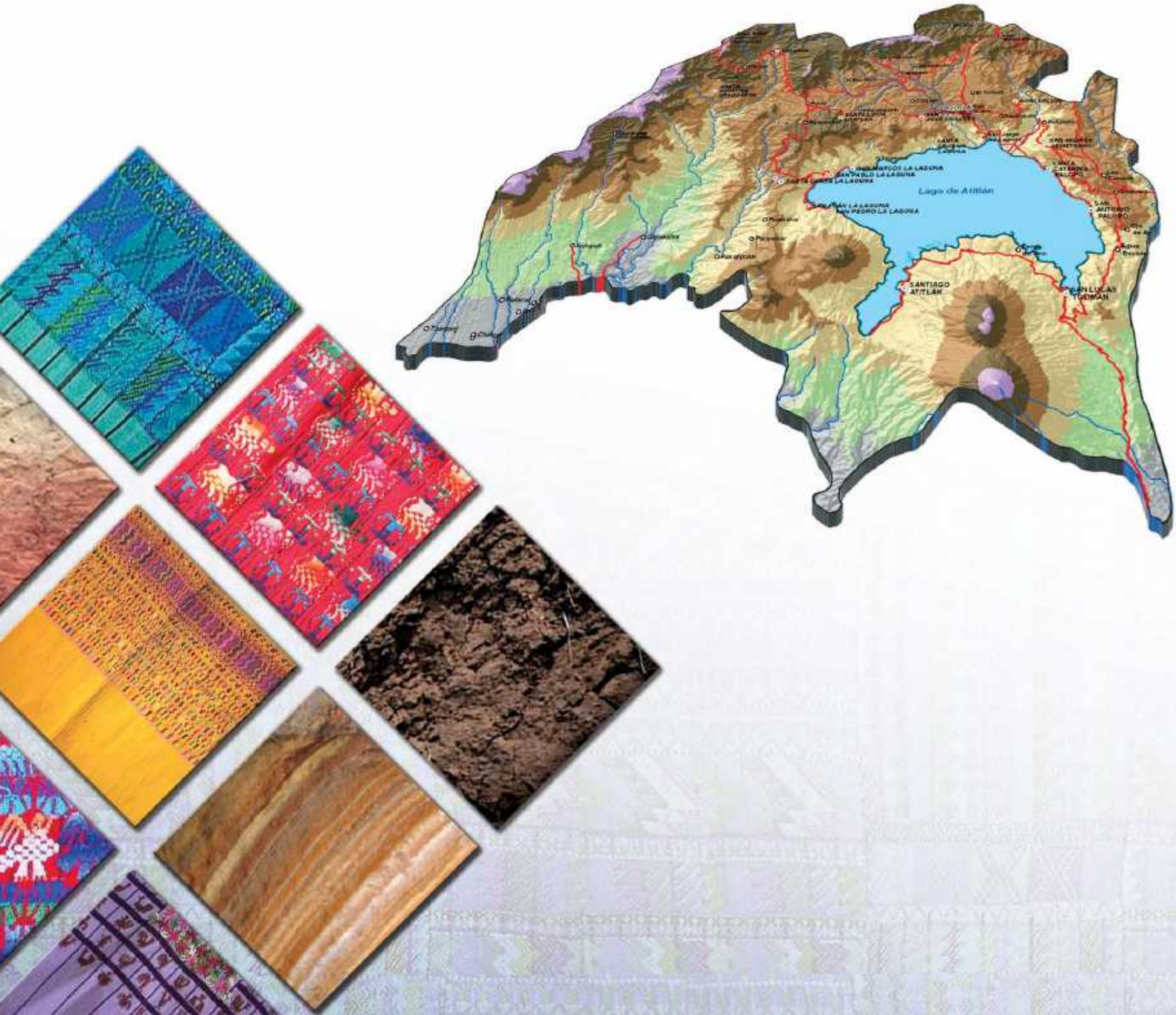
SOIL SURVEY STAFF. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 333p.

SOIL SURVEY STAFF. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Washington, DC. USA. 333p.

SOIL SURVEY SATAFF, 1993. Soil Survey Manual . US Departament of Agriculture Handbook 18. Washington D. C.

CAPÍTULO 4

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFÍCAS Y LEYENDA DE SUELOS



Capítulo 4: LEYENDA DE SUELOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se tratan con detalle dos temas fundamentales del Levantamiento de Suelos del departamento de Sololá, éstos son la leyenda del mapa de suelos y la descripción de las unidades cartográficas de suelos (UC´s).

El levantamiento de suelos se realizó a través de la descripción de las características internas y externas de los suelos, con la finalidad de establecer límites a las poblaciones edáficas y representarlas en mapas a escala cartográfica de semidetalle (1:50,000).

En este estudio y debido a la escala cartográfica utilizada, se llegó a nivel de consociación que implica que al menos un suelo dominante está presente en el 75% del área de la unidad cartográfica, aunque también se admitió, en algunos casos, asociaciones, complejos y grupos indiferenciados.

4.2 LEYENDA DE SUELOS Y 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" (IGAC, 2007); 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 clasificación taxonómica (SSS, 2010) del suelo dominante de la unidad cartográfica (IGAC, 2007). A continuación se muestra un ejemplo:

MJH, que significa:

M: Código para el paisaje y ambiente morfogenético "montaña volcano-erosional"
J: Código para la categoría de clima ambiental "frío húmedo"
H: Código correspondiente a la unidad cartográfica y a su contenido pedológico"
"Consociación Dystric Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica".

A su vez, la descripción de cada unidad cartográfica indica el nombre vernáculo que la define y que ha sido nombrada 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 unidad cartográfica.

Asimismo, la simbología se completa con el código de las "fases". La fase es una división funcional de una unidad cartográfica que ha sido creada para suministrar mayor información respecto al 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.

MJHfr1, cuyos códigos expresan la siguiente información:

M: Código para el paisaje y ambiente morfogenético "montaña volcano-erosional"
J: Código para la categoría de clima ambiental "frío húmedo"
H: Código correspondiente a la unidad cartográfica y a su contenido pedológico "Consociación Dystric Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica" *
f: Código para indicar el porcentaje de una pendiente moderadamente escarpada (50-75%).
r: Código para indicar la presencia de afloramientos rocosos.
1: Código para nombrar el grado de erosión (ligero).

***Nota**: el código correspondiente a la unidad cartográfica y a su contenido pedológico, tiene un orden alfabético y deriva del ordenamiento de las UC´s dentro del Cuadro de la Leyenda de Suelos.

A continuación se presentan los códigos en letras y números empleados para conformar los símbolos de las UC´s 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	**Y:** Semicálido muy 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 **C:** Letra utilizada para unidades que poseen más de un tipo de clima ambiental, por ejemplo las ubicadas en cañones y cañadas.
Códigos de pendiente	**Códigos para fase por pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, encharcamientos y grado de erosión**
a: Ligeramente plana (0-3%) **b:** Ligeramente inclinada (3-7%) **c:** Moderadamente inclinada (7-12%) **d:** Fuertemente inclinada (12-25%) **e:** Ligeramente escarpada (25-50%) **f:** Moderadamente escarpada (50-75%) **g:** Fuertemente escarpada (> 75%)	**p:** Pedregosidad **r:** Afloramientos rocosos **z:** Encharcamiento **1:** Erosión de grado ligero **2:** Erosión de grado moderado **3:** Erosión de grado severo **4:** Erosión de grado muy severo

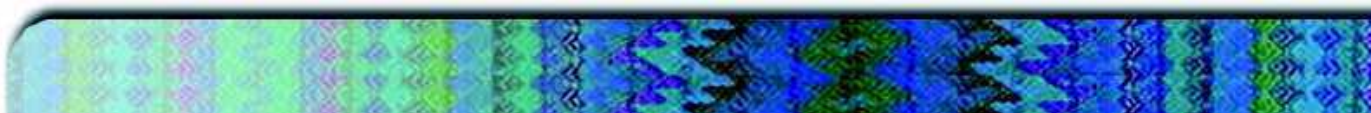
En el Cuadro 4.1, se presenta la leyenda de suelos del departamento de Sololá.

Cuadro 4.1 Leyenda de suelos del departamento de Sololá

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UC´s)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico en la UC´s
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	MUY FRÍO HÚMEDO (D)	Estrato-volcán	Cono	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de afloramientos rocosos localizados y erosión ligera	Consociación Pecul	MDA	MDAfr1 MDAgr1	196	Humic Ustivitrands, familia ceniza sobre medial, amórfica, isomésica	70514	90
										Afloramientos Rocosos	----	10
					Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, afloramientos rocosos localizados, erosión ligera y severa	Consociación Tolimán	MDB	MDBd1 MDBfp1 MDBg3 MDBgr1	2,165	Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica	71803	70
										Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica	71908	20
										Afloramientos Rocosos		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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	MUY FRÍO HÚMEDO (D)	Lomas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media, pH fuertemente ácido a ligeramente ácido, reacción que va de ligera a moderada al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión moderada	Consociación Chiquix	MDC	MDCd2 MDCe2	984	Thaptic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isomésica	70509	90
	FRÍO - HÚMEDO (J)	Estrato-volcán	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media a baja, pH de moderadamente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural baja, con pendientes que van desde ligeramente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Atitlán	MJA	MJAe1 MJAep1 MJAf1 MJAf2 MJAg1 MJAgp1	2,647	Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica	71322	70
										Andic Haplustolls, familia medial, isomésica	71802	20
										Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica	71320	10
			Glacis	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural media, con pendientes fuertemente inclinadas y erosión ligera.	Consociación La Horqueta	MJB	MJBd1	49	Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica	71321	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)	Filas y vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, pedregosidad superficial puntual, afloramientos rocosos localizados, erosión ligera, moderada y severa.	Consociación Churruneles	MJC	MJCf1 MJCf2 MJCfp2 MJCfr2 MJCg1 MJCg2 MJCg3 MJCgmr3 MJCgr3	7,180	Dystric Haplustands, familia medial, isomésica	70104	70
										Andic Humustepts, familia medial, isomésica	70513	20
										Afloramientos Rocosos		10
					Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de afloramientos rocosos localizados, erosión ligera, moderada y severa.	Consociación Siete Cruces	MJD	MJDf1 MJDf2 MJDgr2 MJDgr3	1,638	Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica	70521	70
										Pachic Haplustands, familia medial sobre esquelética - francosa, isomésica	70522	10
										Dystric Haplustands, familia medial, isomésica	70516	10
										Afloramientos Rocosos		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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	FRÍO - HÚMEDO (J)	Filas y vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas, saturación de bases de alta a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente escarpadas y erosión ligera.	Consociación Xepatán	MJE	MJEe1	58	Typic Haplustands, familia medial, isomésica	40713	80
										Andic Haplustolls, familia medial, isomésica	40612	20
					Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas y erosión ligera.	Consociación Miramar	MJF	MJFe1 MJFf1	327	Typic Haplustands, familia medial, isomésica	40624	90
				Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión moderada.	Consociación María Tecún	MJG	MJGf2 MJGfp2 MJGgp2	3,457	Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica	70107	80
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)						Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética - arenosa, isomésica	70519	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)	FRÍO - HÚMEDO (J)	Filas y vigas	Laderas	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, con drenaje natural moderado, de texturas finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a baja, pH ligeramente ácido a neutro, reacción moderada a fuerte al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, afloramientos rocosos localizados, erosión ligera y moderada.	Consociación Cerro Paerá	MJH	MJHfr1 MJHfr2 MJHgr1 MJHgr2	4,326	Dystric Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica	70510	70
										Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isomésica	70512	10
										Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica	70517	10
										Afloramientos Rocosos		10
		Lomas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión moderada.	Consociación Monte Los Olivos	MJ	MJId2 MJIe2 MJIep2	3,187	Dystric Haplustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica	41402	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)	FRÍO - HÚMEDO (J)	Lomas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada.	Consociación Alaska	MJJ	MJJb1 MJJd2 MJJe1 MJJe2	2,425	Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica	70502	90
										Typic Ustorthents, familia fina, superactiva, no ácida, isomésica	70501	10
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural muy alta, con pendientes ligeramente escarpadas y erosión moderada.	Consociación Xajaxac	MJK	MJKe2	1,459	Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica	70105	90
		Glacís	Plano inclinado	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas, pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Buena Vista	MJL	MJLb2 MJLc2 MJLd1 MJLd2 MJLdp1 MJLdp2 MJLe1 MJLe2	1,433	Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica	70402	80
										Dystric Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica	70511	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)	FRÍO - HÚMEDO (J)	Cañones y Cañadas	Laderas	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro a ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente escarpadas y erosión severa.	Grupo Indiferenciado Río Pixabaj	MJM	MJMf3	265	Vitric Haplustands, familia medial sobre esquelética - ceniza, isomésica	70112	60
										Dystric Haplustands, familia medial, isomésica	70113	40
		Valle cito	Plano aluvio-coluvial	Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural moderado, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera y moderada.	Consociación Barberena Oyak	MJN	MJNc1 MJNc2	188	Fluventic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isomésica	70106	90
	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Domo	Cono	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas finas, saturación de bases alta a baja, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Paquixtán	MSA	MSAe2 MSAfp1	115	Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica	71806	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	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera, moderada y severa.	Consociación San Pedro	MSB	MSBbp1 MSBc2 MSBd1 MSBd2 MSBdp2 MSBe1 MSBe2 MSBep2 MSBf1 MSBf2 MSBf3 MSBfp1 MSBgp1	5,352	Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica	71801	80
										Andic Haplustepts, familia ceniza, isotérmica	31410	20
		Filas y vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas medias, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, afloramientos rocosos localizados, erosión ligera, moderada y severa.	Consociación Chirijximay	MSC	MSCe2 MSCf1 MSCf2 MSCf3 MSCfpr2 MSCfr2 MSCg1 MSCg2 MSCg3 MSCgp2 MSCgpr3 MSCgr3	9,381	Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica	70602	70
										Typic Haplustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	70906	10
										Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - medial, no ácida, isotérmica	41107	10
										Afloramientos Rocosos		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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Filas y vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH fuertemente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural media, pendientes moderadamente escarpadas, erosión ligera y moderada.	Consociación Chiguarabal	MSD	MSDf1 MSDf2	408	Typic Dystrustepts, familia francosa gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica	40615	70
										Andic Haplustepts, familia medial, isotérmica	40212	30
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas finas, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que varian desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de afloramientos rocosos localizados, erosión moderada y severa.	Consociación Pacamán	MSE	MSEf2 MSEf3 MSEfr2 MSEgr2	965	Andic Humustepts, familia medial, isotérmica	70909	80
										Typic Dystrustepts, familia fina, superactiva, isotérmica	40206	15
										Afloramiento rocoso		5
				Rocas graníticas (granito, granodiorita)	Suelos muy superficiales a superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas sobre finas y finas, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes baja, pH fuertemente ácido a neutro, reacción moderada a fuerte al NaF, fertilidad natural media, con pendientes fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera, moderada y severa.	Asociación Tzumajul	MSF	MSFg1 MSFg2 MSFg3 MSFgp3	3,213	Andic Humustepts, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica	70612	60
										Typic Ustorthents, familia esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica	70608	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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	SEMIFRÍO HÚMEDO (S)	Filas y vigas	Laderas	Rocas graníticas (granito, granodiorita)	Suelos muy superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas gruesas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes media, pH neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural media, con pendientes moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial y erosión severa.	Consociación Cerro La Cruz	MSG	MSGfp3	135	Lithic Ustorthents, familia arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica	71707	90
		Lomas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases alta a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación EFA - Sololá	MSH	MSHc2 MSHd1 MSHd2 MSHdp1 MSHdp2 MSHe2 MSHep2	3,289	Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isotérmica	70101	70
										Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	70102	20
										Andic Dystrustepts, familia ceniza, isotérmica	71204	10
					Suelos profundos, con drenaje natural moderado, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH fuertemente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, las pendientes van desde ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada.	Consociación Pachitur	MSI	MSIb1 MSId1 MSIe1 MSIe2	332	Humic Dystrustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, mezclada, superactiva, isotérmica	40403	80
										Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	41403	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	Laderas	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada.	Consociación Xepec	MSJ	MSJe2	159	Andic Dystrustepts, familia medial, isotérmica	70905	90
		Glacis	Plano inclinado	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, pH ligeramente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas hasta ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera, moderada y severa.	Consociación San Andrés Semetabaj	MSK	MSKb1 MSKd1 MSKd2 MSKdp2 MSKe1 MSKe2 MSKe3 MSKep1 MSKep2	1,472	Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica	70910	80
										Entic Durustolls, familia francosa gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica	70912	20
					Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas finas sobre gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH neutro a ligeramente alcalino, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente inclinadas y fuertemente inclinadas, erosión moderada	Consociación Sansquim	MSL	MSLb2 MSLd2	374	Andic Haplustolls, familia ceniza sobre medial, isotérmica	71706	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)	Glacís	Plano inclinado	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes media, pH fuertemente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera y moderada.	Consociación Chuacruz	MSM	MSMd1 MSMd2	116	Fluventic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica	70110	90
					Suelos superficiales a profundos, con drenaje natural moderado y bueno, de texturas finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Complejo Xecotoj	MSN	MSNdp1 MSNe1 MSNe2 MSNep1 MSNep2	359	Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica	71003	60
										Entic Durustolls, familia fina, superactiva, isotérmica	70801	40
		Mesa	Plano de mesa	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos muy superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente inclinadas y erosión ligera	Consociación Panajachel	MSO	MSOc1	20	Typic Durustepts, familia fina, superactiva, isotérmica	71001	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)	Escarpe	Plano escarpado	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente profundos a profundos, con drenaje natural moderado y moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas sobre gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente escarpadas, pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Grupo Indiferenciado Las Canoas	MSP	MSPf1 MSPf2 MSPfp2	126	Pachic Haplustolls, familia francosa fina sobre esquelética - arenosa, superactiva, isotérmica	70903	60
										Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica	40706	40
		Cañones y Cañadas	Laderas	Piroclastos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos superficiales, drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta, pendientes moderadamente escarpadas, erosión ligera y moderada.	Consociación Sabalpop	MSQ	MSQf1 MSQf2	33	Typic Dystrustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica	40710	90
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media, pH neutro, reacción moderada a ligera al NaF, fertilidad natural alta, pendientes fuertemente escarpadas y erosión ligera.	Consociación Tajancarón	MSR	MSRg1	86	Typic Haplustands, familia medial, isotérmica	41213	90
		Vallecito	Plano aluvio-coluvial	Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales	Suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes varía de alta a baja, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta, pendientes moderadamente inclinadas, pedregosidad superficial puntual, erosión ligera	Consociación Valle Primavera	MSS	MSScp1	72	Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30404	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)	Domo	Cono	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial y erosión moderada.	Consociación Cerro de Oro	MQA	MQAfp2 MQAgp2	112	Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - francosa, amórfica, isotérmica	71904	90
		Estrato-volcán	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, reacción moderada al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Tzantziapa	MQB	MQBb1 MQBbp1 MQBc1 MQBc2 MQBcp2 MQBd1 MQBd2 MQBdp1 MQBdp2 MQBe1 MQBe2 MQBep1 MQBep2 MQBf2	4,161	Andic Humustepts, familia medial sobre ceniza, isotérmica	71902	70
										Humic Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isotérmica	71314	20
										Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arenosa, superactiva, isotérmica	71807	10
			Escarpe	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Grupo Indiferenciado Chichivoy	MQC	MQCf2 MQCfp1 MQCfp2	919	Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica	71906	60
										Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica	71324	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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	TEMPLADO - SUBHÚMEDO (Q)	Filas y Vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos superficiales a moderadamente profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas gruesas sobre finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a moderadamente ácido, reacción moderada a fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van de moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, afloramientos rocosos, erosión moderada y severa.	Complejo Santa Cruz La Laguna	MQD	MQDfr3 MQDgpr2 MQDgr3	1,163	Typic Ustorthents, familia arenosa sobre esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica	70114	40
										Lithic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica	71401	30
										Andic Haplustepts, familia ceniza, isotérmica	31006	20
										Afloramientos Rocosos		10
					Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión moderada y severa.	Consociación Panaranjo	MQE	MQEf3 MQEfp2	311	Andic Humustepts, familia ceniza sobre medial, isotérmica	71208	90
		Lomas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada.	Consociación Tzampetey	MQF	MQFb1 MQFd1 MQFe1 MQFe2	432	Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica	71313	80
										Humic Haplustands, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica	71303	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	Laderas	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, con drenaje natural moderado, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente escarpadas y erosión moderada.	Consociación Naranjales	MQG	MQGe2	25	Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	71206	90
		Glacis	Plano inclinado	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos moderadamente superficiales a superficiales, con drenaje natural moderado, de texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Complejo Palopó	MQH	MQHc2 MQHd1 MQHe1 MQHe2 MQHep2	256	Entic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica	71102	50
										Lithic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica	71202	30
										Entic Haplustolls, familia arcillosa sobre arenosa, superactiva, isotérmica	71101	20
					Suelos profundos, con drenaje natural moderado, de texturas finas sobre gruesas, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción moderada a fuerte al NaF, fertilidad muy alta, con pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera.	Consociación San Gabriel	MQI	MQIb1	67	Dystric Haplustands, familia medial sobre arenosa, isotérmica	71205	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)	Escarpe	Plano escarpado	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos muy superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro a ligeramente alcalino, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, erosión moderada y severa.	Grupo Indiferenciado Mirador Agua Escondida	MQJ	MQJgpr2 MQJgpr3	1,434	Typic Ustorthents, familia esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica	71201	30
										Lithic Humustepts, familia fina, superactiva, isotérmica	71002	30
										Andic Haplustolls, familia medial sobre esquelética - arcillosa, isotérmica	71209	20
										Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica	71203	10
										Afloramientos Rocosos		10
		Vallecito	Plano aluvio-coluvial	Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales	Suelos muy superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión ligera.	Consociación El Jaibal	MQK	MQKb1 MQKbp1 MQKc1 MQKcp1	726	Entic Haplustolls, familia esquelética - arenosa, mezclada, superactiva, isotérmica	70108	80
										Typic Ustifluvents, familia arenosa sobre francosa, superactiva, no ácida, isotérmica	71705	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)	Reborde de Lago	Plano de inundación	Depósitos superficiales clásticos aluviales	Suelos muy superficiales, con drenaje natural pobre, de texturas finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente alcalino a extremadamente ácido, reacción ligera a fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente planas y presencia de encharcamientos en época de lluvia.	Consociación Bahía de Santiago	MQL	MQLaz	41	Typic Endoaquepts, familia fina, superactiva, isotérmica	71901	90
	TEMPLADO - HÚMEDO (B)	Estrato-volcán	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas medias sobre gruesas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta a muy baja, pH moderadamente ácido a neutro, reacción moderada a ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Antigua Tierra Santa	MBA	MBAb2 MBAc1 MBAd2 MBAdp2 MBAe1 MBAe2 MBAep1 MBAf1 MBAf2	1,212	Typic Durustands, familia medial sobre esquelética - arenosa, isotérmica	71312	90
		Filas y vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte a moderada al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, presencia de afloramientos rocos localizados, erosión ligera y moderada.	Consociación Santiago Atitlán	MBB	MBBf1 MBBfp1 MBBfpr1 MBBfr1 MBBfr2 MBBg1 MBBg2 MBBgp1	1,774	Andic Humustepts, familia medial sobre ceniza, isotérmica	71903	70
										Typic Haplustands, familia ceniza sobre francosa, isotérmica	71704	20
										Afloramientos Rocosos		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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	TEMPLADO - HÚMEDO (B)	Filas y vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH neutro a ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, pendientes fuertemente escarpadas y erosión severa.	Consociación El Salvador	MBC	MBCg3	216	Typic Haplustands, familia medial sobre arenosa, isotérmica	40811	80
										Vitric Haplustands, familia medial, isotérmica	41115	20
				Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes fuertemente escarpadas y erosión moderada.	Consociación Pampojilá	MBD	MBDg2	535	Typic Haplustolls, familia esquelética - francosa, mezclada, superactiva, isotérmica	71308	90
				Rocas graníticas (granito, granodiorita)	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, afloramientos rocosos localizados, erosión ligera, moderada y severa.	Consociación Antigua Santa Catarina	MBE	MBEf2 MBEfpr3 MBEg1 MBEg2 MBEgr3	2,115	Andic Humustepts, familia esquelética - medial, isotérmica	70601	80
										Typic Humustepts, familia esquelética - arenosa, mezclada, superactiva, isotérmica	70607	10
										Afloramientos Rocosos		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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	TEMPLADO HÚMEDO (B)	Lomas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Pacaibal	MBF	MBFdp1 MBFe1 MBFe2	362	Typic Haplustands, familia medial, isotérmica	71701	90
		Glacís	Plano inclinado	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes fuertemente inclinadas y erosión moderada.	Consociación Pasajquim	MBG	MBGd2	60	Typic Haplustands, familia medial, isotérmica	71702	90
	TEMPLADO MUY HÚMEDO (O)	Estrato-volcán	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta, pendientes fuertemente inclinadas a moderamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Reserva de Santo Tomás	MOA	MOAd1 MOAd2 MOAdp2 MOAe1 MOAe2 MOAf1	1,867	Typic Hapludands, familia medial, isotérmica	71305	80
										Andic Humudepts, familia medial, isotérmica	70525	20
					Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes fuertemente inclinadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Nueva Providencia	MOB	MOBd1 MOBd2 MOBdp2	110	Typic Hapludands, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica	71317	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 - MUY HÚMEDO (O)	Filas y vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, presencia de afloramientos rocosos localizados, erosión ligera, moderada y severa.	Consociación Metzabal	MOC	MOCfl MOCfpr1 MOCfr1 MOCfr2 MOCg3 MOCgp1	2,135	Andic Humudepts, familia medial, isotérmica	71907	80
										Andic Humudepts, familia medial sobre esquelética-francosa, isotérmica	70523	15
										Afloramientos rocosos		5
					Suelos moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas sobre gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media a baja, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, afloramientos rocosos localizados y erosión ligera.	Consociación Santa Teresa	MOD	MODfr1 MODg1	186	Vitrandic Hapludolls, familia esquelética ceniza sobre fragmental, isotérmica	71316	90
										Afloramientos Rocosos		10
				Rocas graníticas (granito, granodiorita	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media a baja, pH ligeramente ácido a moderadamente ácido, reacción moderada al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, afloramientos rocosos localizados, erosión ligera, moderada y severa	Consociación La Providencia	MOE	MOEfl MOEf2 MOEfpr1 MOEfrr1 MOEfr3 MOEg1 MOEgp1 MOEgr2 MOEgr3	2,585	Typic Hapludolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	71323	70
										Andic Humudepts, familia medial, isotérmica	70613	20
										Afloramientos Rocosos		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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	TEMPLADO - MUY HÚMEDO (O)	Lomas	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a moderadamente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Pasac	MOF	MOFd1 MOFdp1 MOFe2 MOFep1	1,742	Andic Humudepts, familia medial sobre esquelética - arcillosa, isotérmica	70515	90
					Suelos moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural media, pendientes ligeramente escarpadas y erosión ligera.	Consociación Chipacay	MOG	MOGe1	87	Typic Dystrudepts, familia francosa, gruesa, superactiva, isotérmica	40815	90
		Mesa	Plano de mesa	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas y erosión ligera.	Consociación Chirijmasa	MOH	MOHb1 MOHc1	44	Typic Hapludands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica	70611	90
		Vallecito	Plano aluvio-coluvial	Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, pendientes moderadamente inclinadas, presencia de pedregosidad superficial y erosión ligera.	Consociación Santa Anita	MOI	MOIcp1	125	Andic Eutrudepts, familia medial, isotérmica	40812	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 MUY HÚMEDO A TEMPLADO HÚMEDO (C)	Filas y Vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente gruesas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes baja a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural media, pendientes moderadamente escarpadas, erosión ligera y moderada.	Consociación La Torre	MCA	MCAf1 MCAf2	209	Typic Hapludands, familia ceniza, isotérmica	40814	80
										Typic Hapludands, familia medial, isotérmica	40809	20
	SEMICÁLIDO MUY HÚMEDO A FRÍO HÚMEDO (C)	Estrato-volcán	Cañones y Cañadas	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	Suelos moderadamente profundos a moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas finas sobre gruesas, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a neutro, reacción ligera a moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial y erosión severa.	Grupo Indiferenciado Tamalaj	MCB	MCBep3 MCBfp3 MCBgp3	1,987	Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, amórfica, isotérmica	71805	40
										Vitric Hapludands, familia medial sobre esquelética - francosa, isotérmica	71304	30
										Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	71306	30
		Cañones y Cañadas	Laderas	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos superficiales a profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas medias sobre gruesas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido, reacción moderada a ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión severa.	Grupo Indiferenciado Cascadas de Nicá	MCC	MCCf3 MCCfp3 MCCgp3	1,656	Typic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isohipertérmica	71905	60
										Vitrandic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica	30311	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
MONTAÑA VOLCANO-EROSIONAL (M)	TEMPLADO SUBHÚMEDO A SEMIFRÍO HÚMEDO (C)	Escarpe	Plano escarpado	Rocas graníticas (granito, granodiorita)	Suelos muy superficiales a moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, erosión ligera, moderada y severa.	Grupo Indiferenciado Patzunoj	MCD	MCDfpr3 MCDgpr1 MCDgpr2 MCDgpr3	1,140	Andic Humustepts, familia esquelética - medial sobre fragmental, isotérmica	71804	30
										Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - medial, isotérmica	71703	30
										Lithic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	71708	30
										Afloramientos Rocosos		10
	SEMICALIDO MUY HÚMEDO (Y)	Filas y Vigas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada	Consociación Monte Quiná	MYA	MYAf1 MYAfp2	997	Typic Hapludands, familia medial, isohipertérmica	71909	90
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	FRÍO – HÚMEDO (J)	Lomas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural moderado, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, reacción moderada a fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada.	Consociación San José Chacayá	AJA	AJAd1 AJAe1 AJAe2	545	Humic Ustivitrands, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isomésica	70201	90

Continúa…

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)	FRÍO – HÚMEDO (J)	Lomas	Laderas	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a neutro, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas y erosión moderada.	Consociación Nahualá	AJB	AJBd2 AJBe2	247	Andic Humustepts, familia medial, isomésica	70503	90
		Abanico	Cuerpo de Abanico	Depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo)	Suelos profundos, con drenaje natural moderado, de texturas finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada.	Consociación Chirijox	AJC	AJCd1 AJCd2 AJCe2	677	Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isomésica	70603	80
										Andic Humustepts, familia ceniza sobre medial, isomésica	70103	20
		Terraza	Plano de terraza	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas y erosión ligera.	Consociación Santa Lucía Utatlán	AJD	AJDb1 AJDc1	1,622	Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica	70403	90





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)	FRÍO – HÚMEDO (J)	Vallecito	Plano aluvio-coluvial	Depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales	Suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, pendientes ligeramente inclinadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión ligera.	Consociación Argueta	AJE	AJEb1 AJEbp1	487	Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - ceniza, isomésica	70111	80
										Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isomésica	70504	20
					Suelos superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a baja, pH ligeramente ácido, reacción moderada al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, presencia de pedregosidad superficial y erosión ligera.	Consociación Río Nahualate	AJF	AJFbp1 AJFcp1	32	Fluventic Haplustepts, familia francosa gruesa sobre esquelética - arenosa, superactiva, isomésica	70505	90
	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Loma	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada.	Consociación Las Canoas Altas	ASA	ASAc2 ASAd1 ASAd2 ASAe1 ASAe2 ASAep2	1,285	Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica	70902	80
										Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica	71207	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
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Abanico	Cuerpo de Abanico	Depósitos superficiales clásticos hidro – volcánicos (tefras, pómez y lodo)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, erosión ligera y moderada	Consociación Santa María Visitación	ASB	ASBb1 ASBc2	314	Dystric Haplustands, familia ceniza sobre medial, isotérmica	70301	90
		Terraza	Plano de terraza	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas y erosión ligera.	Consociación Las Cruces	ASC	ASCb1 ASCc1	1,846	Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isotérmica	70901	80
										Humic Haplustands, familia medial, isotérmica	30608	20
					Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH fuertemente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente inclinadas y erosión ligera.	Consociación Cerritos	ASD	ASDb1	89	Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica	40903	80
										Typic Haplustands, familia medial, isotérmica	40904	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
ALTIPLANO HIDRO - VOLCÁNICO (A)	SEMIFRÍO - HÚMEDO (S)	Terraza	Plano de terraza	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, pendientes ligeramente inclinadas y erosión ligera.	Consociación Secún	ASE	ASEb1	153	Vitric Haplustands, familia ceniza, isotérmica	40623	90
		Escape	Plano escarpado	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas gruesas, saturación de bases de alta a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, pendientes ligeramente inclinada, erosión ligera, moderada y severa.	Consociación Las Canoas Bajas	ASF	ASFf1 ASFf2 ASFf3	59	Lithic Humustepts, familia arenosa, activa, isotérmica	70904	90
	SEMIFRÍO HÚMEDO A FRÍO HÚMEDO (C)	Cañones y Cañadas	Laderas	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente superficiales a profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión severa.	Grupo Indiferenciado Tzucubal	ACA	ACAf3 ACAfp3 ACAg3 ACAgp3	1,999	Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica	70518	50
										Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésico	70506	30
											70520	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
PIEDEMONTE HIDRO - VOLCÁNICO (P)	TEMPLADO - SUBHÚMEDO (Q)	Abanico	Cuerpo de Abanico	Depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo)	Suelos superficiales, con drenaje natural bien drenado, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro a ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas, presencia de pedregosidad superficial y erosión ligera.	Consociación Reserva Pachut	PQA	PQAbp1 PQAdp1	330	Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética - francosa, isotérmica	71309	80
										Cumulic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica	30105	20
	TEMPLADO MUY O HÚMEDO (O)	Abanico	Ápice de Abanico	Depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo)	Suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente inclinadas, presencia de pedregosidad superficial y erosión ligera.	Consociación Cacahuate	POA	POAcp1	206	Humic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética - arcillosa, isotérmica	71302	90
			Cuerpo de Abanico	Depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente inclinadas y erosión ligera.	Consociación Totolyá	POB	POBb1	44	Vitric Hapludands, familia medial, amórfica, isotérmica	71307	90
		Escarpe	Plano escarpado	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos moderadamente superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y severa.	Consociación Nueva Vida	POC	POCf3 POCfp1	36	Typic Hapludolls, familia esquelética - arcillosa, superactiva, isotérmica	71301	90

Continúa…



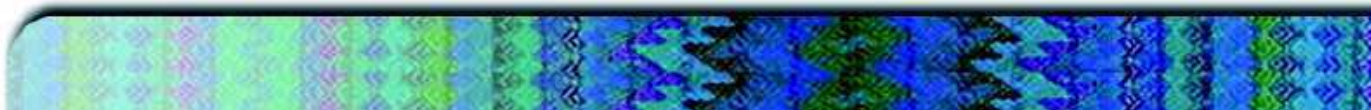


Paisaje y ambiente morfogenético	Clima	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material parental	Características de los suelos	Unidades cartográficas de suelos (UCS)						
						Clase de unidad cartográfica y nombre vernáculo	Símbolo	Fases	Área (ha)	Componentes taxonómicos	Perfiles	Porcentaje de cada componente taxonómico de la UCS
PIEDEMONTE HIDRO - VOLCÁNICO (P)	SEMICALIDO - MUY HÚMEDO (Y)	Abanico	Ápice de Abanico	Depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo)	Suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural media, con pendientes que van desde moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión ligera	Consociación La Ceiba	PYA	PYAc1 PYAcp1 PYAd1 PYAdp1	2,464	Typic Hapludands, familia medial, isohipertérmica	70610	80
										Typic Hapludands, familia medial, amórfica, isohipertérmica	70524	20
		Cañones y Cañadas	Laderas	Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)	Suelos muy superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH fuertemente ácido, reacción moderada al NaF, fertilidad natural baja, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión severa.	Consociación Ixtacapa	PYB	PYBd3 PYBe3 PYBep3 PYBf3 PYBgp3	741	Andic Humudepts, familia esquelética - medial, isohipertérmica	70609	90
...	...	...	...	....	...	Consociación Áreas Misceláneas de Tierras de Ceniza	TC	TC	134	No suelo	...	100
						Consociación Áreas Misceláneas Erosionadas	ME	ME	1,985			100
						Consociación Áreas Misceláneas de Depósitos de Cauce	DC	DC	263			100
						Cuerpos de Agua	CA	CA	12,340			100
Área Total (ha): 116,680												

Continúa…

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: Y (Semicálido muy 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%).
		r:	Afloramientos rocosos
		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 de Sacatepéquez y 07 de Sololá, 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.		





4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y DE SUS COMPONENTES TAXONÓMICOS

La unidad cartográfica de suelos (UCS) corresponde a todo el conjunto de unidades de mapeo, las cuales se diferencian unas de otras por colores, símbolos, nombre vernáculo y contenido edafológico. Las delineaciones en unidades se hacen con el fin de colocar límites a las poblaciones edáficas y poderlas espacializar, de acuerdo con la homogeneidad o heterogeneidad de los suelos en cada una de ellas. En este estudio se utilizaron las siguientes unidades cartográficas: consociaciones, asociaciones, complejos y grupos indiferenciados, las cuales se definen a continuación:

Consociación: unidad cartográfica constituida al menos en un 75% por una clase dominante de suelos o un área miscelánea y suelos similares con algunas inclusiones o también por dos o más clases de suelos similares; ***Asociación:*** clase de unidad cartográfica que contiene dos o más suelos disímiles o áreas misceláneas que se presentan en un patrón geográfico conocido. Los componentes de la asociación se deben poder cartografiar separadamente a una escala aproximada de 1:25,000; ***Complejo:*** es una agrupación de dos o más suelos que pertenecen a clases taxonómicas distintas o áreas misceláneas, que se presentan en un patrón intrincado, pero que no se pueden cartografiar separadamente a una escala aproximada de 1:25,000 y ***Grupo Indiferenciado:*** unidad cartográfica compuesta por dos o más componentes taxonómicos, los cuales no presentan distribución, ni proporción uniforme. Los suelos se nombran pero no se separan, dado que su uso principal no lo amerita. Los otros suelos como las inclusiones o impurezas que conforman las UCS, son descritos someramente en el Anexo B.

Las UCS se han ordenado por paisajes empezando por el de montaña tal y como se observa en la leyenda de suelos. La descripción de las unidades cartográficas y de sus componentes taxonómicos se realiza conforme al siguiente orden: en primer lugar se identifican los lugares geográficos donde se encuentran las unidades, se identifica el municipio, el centro poblado, las aldeas, caseríos, parajes, fincas y labores. Se cuantifica el área de las UCS en hectáreas y su porcentaje en relación con el área del departamento.

A continuación se describe el medio biofísico referido a los siguientes aspectos: el clima predominante en la unidad. Este está integrado por los rangos de temperatura media anual (denominado "jerarquía de temperatura"), los rangos de precipitación media anual (denominado "provincias de humedad") y el nombre del tipo de clima que surge de la clasificación climática de Thornthwaite adap tada por la UPGGR del MAGA (2,009). Asimismo, se identifica el rango de altitud sobre el nivel del mar. Los rangos están constituidos por valores máximos y mínimos de los elementos analizados dentro de los polígonos que componen las UCS.

En cada UCS se describe posteriormente, la zona de vida según el sistema Holdridge (De La Cruz, 1,982) y se identifican las especies indicadoras, se continúa con el análisis del material parental que ha dado origen al suelo y se describe el relieve y paisaje, se presentan fotografías tanto del perfil modal como del paisaje donde se encuentra.

Expresados estos elementos, se identifica la taxonomía del suelo dominante a 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.

Si se toma como ejemplo la unidad cartográfica MJH, esta incluye los siguientes aspectos:

- **Consociación Cerro Paerá** (nombre vernáculo).
- **Símbolo** (MDC)
- **Andisol** (suelo dominante).

- **Dystric Haplustands** (esta denominación incluye las siguientes categorías: Suborden Ustands; Gran grupo Haplustands; nombre del Subgrupo: Dystric Haplustands.
- **Familia medial, amórfica, isomésica** (categoría inferior del sistema taxonómico que, a través sus clases permiten hacer aplicaciones para uso y manejo).

Posteriormente se nombran las fases que posee este suelo. Ejemplo de una fase de esta Consociación es el siguiente:

- **MJHfr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (531 ha).

Luego se describe el perfil más representativo o modal del suelo dominante, los cuadros de resultados de los análisis de laboratorio (físicos, químicos y mineralógicos), las pruebas de infiltración (si las hubiera) la interpretación de los resultados y se concluye con las características principales, las recomendaciones generales de uso y manejo del suelo y se agrega la clasificación por capacidad de uso de la tierra.

En síntesis la descripción de las unidades cartográficas y sus componentes taxonómicos, conserva el orden de la leyenda de suelos (Cuadro 4.1), según el cual, el nivel categórico superior de agrupación es el paisaje y/o ambiente morfogenético. A continuación se describen las UCS y sus componentes taxonómicos derivados del levantamiento semidetallado de suelos (Escala 1:50,000).

4.3.1 Suelos del paisaje Montaña volcano-erosional (M)

El Paisaje de Montaña posee un total de 91,164 hectáreas que corresponde al 78.1% de la superficie. Este paisaje forma parte de la cadena volcánica y se ubica en las denominadas "Tierras Altas Volcánicas" que se localizan desde la frontera con México hasta las fronteras con Honduras y El Salvador. Las elevaciones mínimas se localizan en la parte sur del departamento, en el municipio de Santiago Atitlán, con 620 msnm; en la parte central se ubica el Lago de Atitlán, del cual emergen tres volcanes: volcán de San Pedro con 3,020 msnm, volcán de Tolimán con 3,300 msnm y el volcán de Atitlán que alcanza 3,537 msnm; las elevaciones máximas se ubican al sur occidente, en el volcán de Santo Tomás, del municipio de Nahualá, con 3,552 msnm.

En el Cuadro 4.2 se presentan los climas determinados en el paisaje de montaña.

Cuadro 4.2 Climas identificados en el paisaje de montaña

Clima ambiental	Código en el mapa	Rango de temperatura (ºC)	Rango de altitud (msnm)	Rango de precipitación (mm)	Superficie (ha.)	%
Extremadamente frío húmedo	Z	< 8	>3,300	1,001 a 2,000	124	0.1
Muy frío húmedo	D	8 a 10	2,700–3,300	1,001 a 2,000	3,363	3.7
Frío húmedo	J	10 a 14.2	2,300–2,700	1,001 a 2,000	28,773	31.9
Semifrío húmedo	S	14.3 a 17	1,800–2,300	1,001 a 2,000	27,898	29.8
Templado subhúmedo	Q	17.1 a 20.7	1,000–1,800	601 a 1,000	9,829	10.9
Templado húmedo	B	17.1 a 20.7	1,000–1,800	1,001 a 2,000	6,307	7.0
Templado muy húmedo	O	17.1 a 20.7	1,000–1,800	2,001–4,000	8,881	9.8
Semicálido muy húmedo	Y	20.8 a 24.3	600–1,000	>4,001	997	1.1
-Semicálido muy húmedo a frio húmedo -Templado muy húmedo a templado húmedo -Templado subhúmedo a semifrio húmedo	C	-	-	-	3,643 209 1,140	4.0 0.2 1.3
Total					**91,164**	**100**

Fuente: UPGGR-MAGA, 2009.

Estas montañas se han formado a partir de numerosas y constantes erupciones volcánicas y por procesos erosivos. La actividad volcánica ha aportado materiales piroclásticos heterogéneos como tefras, ceniza volcánica, lapilli y bombas; además lodos y lavas. En las cimas de los conos volcánicos se presentan áreas misceláneas de Tierra de Ceniza, seguidas por suelos de bajo desarrollo genético, debido a las condiciones climáticas y a los aportes constantes de materiales piroclásticos. A medida que se desciende por las laderas de los volcanes aparecen suelos más desarrollados.

Entre los principales materiales parentales identificados resaltan: materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas), depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales y depósitos superficiales aluvio-coluviales.

En el paisaje Montaña volcano-erosional se presentan disecciones causadas por el agua de escorrentía, que han formado cañones y cañadas de grandes dimensiones, las cuales presentan un alto riesgo de erosión, por lo que deben dedicarse a la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Los tipos de relieve presentes en el paisaje montaña volcano-erosional son: estrato-volcán; filas y vigas; lomas; glacís; domo; mesa; escarpe; cañones y cañadas; vallecitos y rebordes de lago. Las principales formas de terreno identificadas son: cráter; cono; laderas; glacis; plano escarpado; plano de mesa; plano aluvio-coluvial y plano de inundación.

Respecto a la clasificación de suelos según la taxonomía norteamericana (SSS, 2010) los principales órdenes encontrados son: Andisoles con el 57.1% de la superficie del paisaje; Inceptisoles con el 30.4%; Molisoles con el 9.4% y Entisoles con el 3.1% de la superficie.

De acuerdo con los resultados de las propiedades químicas (Ver anexo A) analizadas en los perfiles modales, estos suelos presentan las siguientes características (Ver capítulo 7):

A. Capacidad de intercambio de cationes (CIC): este término indica la capacidad del suelo de absorber e intercambiar nutrientes como calcio, magnesio, potasio y otros. Respecto a esta característica, el 68.3% de los suelos del paisaje presentan valores altos, el 25.5% valores medios y el 3.5% presenta valores bajos.

B. Saturación de bases: este término indica la presencia de los cationes K, Ca, Mg y Na, su presencia o ausencia en el suelo dependen directamente del pH, cuando el pH es ácido, la SB saturación es baja y cuando el pH tiende a la neutralidad la SB es alta. Con respecto a la saturación de bases de los suelos del paisaje Montaña volcano-erosional, el 13.9% de los suelos poseen valores altos, el 25.4% valores medios, el 58.1% valores bajos.

C. 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, por la dificultad de determinar la materia orgánica del suelo, se utiliza el porcentaje de carbono orgánico existente en el suelo y se multiplica por un factor de conversión de 1.9. Con respecto a la presencia de carbono orgánico en los suelos del paisaje, el 60.8% de los suelos presentan valores bajos, el 33.0% valores medios y el 3.5% valores altos.

D. Potencial de Hidrógeno (pH): indica el grado de acidez o alcalinidad del suelo e influye en que los nutrientes sean solubles y disponibles para las raíces de las plantas, de 0 a 6.5 son valores

de pH ácidos, de 6.6 a 7.3 son valores de pH neutros y valores de pH mayores de 7.3 son alcalinos. Con respecto al pH de los suelos del altiplano hidrovolcánico, el 4.0% de los suelos son fuertemente ácidos (pH de 5.1 a 5.5), el 4.5% son moderadamente ácidos (pH de 5.6 a 6.0), el 71.5% son ligeramente ácidos (pH de 6.1 a 6.5) y el 17.3% son neutros (pH de 6.6 a 7.3).

E. Fertilidad natural: indica la capacidad de suministrar nutrientes y condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas. En los suelos del paisaje Montaña volcano-erosional el 67.0% presenta valores altos, el 25.8% valores medios, el 2.9% valores bajos y el 1.7% valores muy altos.

El 2.6% faltante corresponde a las áreas que no poseen suelo.

Entre las *propiedades físicas*, resaltan las siguientes:

A. Grupos texturales de los horizontes A: influyen sobre el movimiento del agua en el suelo, disponibilidad de nutrientes y la erosión, indican la proporción de arenas (fragmentos minerales con diámetro entre 2 y 0.05 mm), limos (partículas con diámetro entre 0.05 y 0.002 mm) y arcillas (partículas con diámetro menor de 0.002 mm) que presenta el horizonte superficial del suelo. Con respecto a la textura de los suelos del paisaje Montaña volcano-erosional el 89.3% de los suelos posee texturas medias, el 7.9% de los suelos texturas finas y el 0.2%, texturas gruesas. Fueron evaluados por el método organoléptico.

B. Estructura, indica la forma en la que las partículas del suelo se encuentran agregadas, el 71.7% de los suelos del paisaje presenta bloques subangulares, de consistencia friable, lo que indica que se pueden desagregar fácilmente, el 22.8% presente estructura granular, de consistencia friable y débil; el 2.8% presenta bloques angulares, de consistencia firme y el 0.1% de los suelos se presentan sin estructura (grano suelto).

C. Densidad aparente, indica la relación del peso y volumen del suelo, tomando en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua, un valor muy bajo indica que los suelos son livianos, un valor alto indica suelos pesados. Con respecto a la densidad aparente de los suelos del paisaje Montaña volcano-erosional, el 75.9% de los suelos presentan densidad aparente muy baja, el 21.1% densidad baja y el 0.4% densidad media.

D. Densidad real, indica la relación del peso y volumen del suelo, sin tomar en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua. Con relación a la densidad real, el 96.6% presenta valores bajos, el 0.4% presenta valores medios y el 0.4% valores altos.

E. Profundidad efectiva, indica el espesor en el cual las raíces pueden penetrar para obtener agua y nutrientes: el 73.9% de los suelos son profundos, el 8.0% superficiales, el 7.3% son moderadamente superficiales, el 7.2% moderadamente profundos y el 1.0% muy superficiales.

F. Drenaje natural indica el movimiento del agua en el suelo; el 45.3% de los suelos presenta buen drenaje, el 44.3% drenaje moderadamente excesivo, el 7.7% moderadamente bien drenado y el 0.1% drenaje pobre.

G. Pedregosidad superficial, indica el porcentaje de fragmentos de roca (> a 2 mm de diámetro) que yacen en superficie y los que está parcialmente enterrados; el 69.7% se presenta sin pedregosidad, el 0.4% con poca pedregosidad, el 18.5% con mediana pedregosidad y el 11.4% con abundante pedregosidad.

La ***infiltración*** es una propiedad física hidrodinámica que se mide por la "entrada vertical del agua a través de los poros del suelo por unidad de tiempo"; fueron realizadas pruebas de infiltración en dos unidades del paisaje de montaña, el resultado determinó velocidades de infiltración "moderada" y "moderadamente rápida".

Los minerales del suelo son importantes porque al momento de desintegrarse por efecto de la meteorización, dejan libre los nutrientes (fertilizantes) en forma de elementos indispensables, necesarios y suficientes para la nutrición vegetal. Dependiendo de la cantidad presente en el suelo, estos tienen mayor o menor fertilidad natural.

En el paisaje de altiplano hidro-volcánico, se extrajeron muestras de los suelos más representativos para caracterizar los minerales presentes, tanto en la fracción arena como en la fracción arcilla.

A. Arenas: La identificación de los minerales presentes en la fracción arena se relaciona con la fertilidad potencial de los suelos; de acuerdo con los análisis mineralógicos, la distribución de minerales en la fracción arena es la siguiente: el 34% corresponde a productos de alteración; el 26% corresponde a feldespatos plagioclasas; el 13% corresponde a minerales "opacos"; el 11% corresponde a cuarzos; el 8% corresponde a piroxenos; el 2% corresponde a anfíboles; el 2% corresponde a vidrio volcánico; el 2% corresponde a feldespatos potásicos; el 1% corresponde a circón y el 1% corresponde a biotita.

B. Arcillas: La identificación de los minerales presentes en la fracción arcilla se relaciona con la fertilidad actual de los suelos; los minerales presentes en la fracción arcilla son los siguientes: los materiales no cristalinos (amorfos) presentan porcentajes mayores al 50%; las smectitas están presentes en porcentajes entre el 30 y el 50%; la caolinita y la haloisita están presentes en porcentajes entre el 15 y el 30%, la cristobalita, la metahaloisita e intergrados 2:1-2:2 están presente en porcentajes menores al 15%.

La Capacidad de Intercambio de Cationes, la Saturación de Bases, el Carbono Orgánico y el pH se tomaron con datos hasta 50 cms.

Grupos texturales, estructura, densidad aparente y densidad real se tomaron del horizonte A.

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, buena aireación, adecuada retención de humedad 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 (4.0%).

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 con consistencia friable, la densidad aparente muy baja y la densidad real baja indican 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.

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, flores, banano y hule; para consumo y mercado local: fríjol y maíz.

4.3.1.1 Consociación Pecul (orden Andisol): Humic Ustivitrands, familia ceniza sobre medial, amórfica, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070514. Símbolo MDA

Los suelos de la Consociación Pecul se encuentran a inmediaciones del Pico Santo Tomás (Pecul) y Pico de Zunil, municipio de Nahualá; abarca una extensión de 196 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "muy frío húmedo" (Código D), que se caracteriza por presentar un rango de temperatura media anual entre 8.0 a 10°C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 2,700 a 3,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad cartográfica presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 10.0 °C, precipitación anual media de 1,552 mm y una altitud media de 3,360 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 principales especies indicadoras son: ciprés común (*Cupressus lusitanica*), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.).



Figura 4.1. Paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observan matorrales, relictos de bosque, gramas naturales y afloramientos rocosos; municipio de Nahualá (Foto: C. García, 2010)

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

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Humic Ustivitrands, familia ceniza sobre medial, amórfica, isomésica, perfil modal (PM 070514) en un 90% y el 10% restante presenta afloramientos rocosos.

La Consociación Pecul, presenta las siguientes fases:

- **MDAfr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera (89 ha).
- **MDAgr1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera (107 ha).

En la Figura 4.2 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

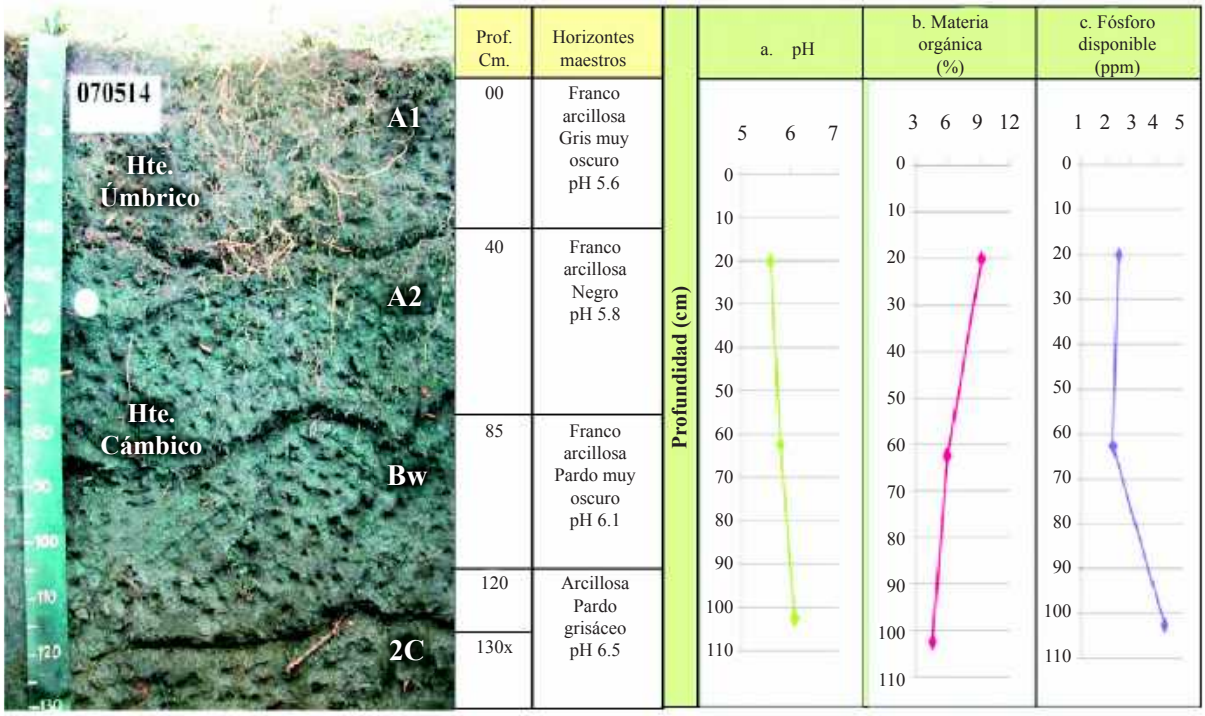


Figura 4.2. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 070514 de la Consociación Pecul, las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070514

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070514:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Pecul
Símbolo	MDA

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Humic Ustivitrands, familia ceniza sobre medial, amórfica, isomésica medial, amórfica, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Pico de Zunil
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 398178
		Latitud (Y): 1630428
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	10,949
	Línea de vuelo No.	447
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Cono
Material Parental		Materiales piroclástos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		3,390 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Muy frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,285 mm.
	Temperatura promedio anual	10 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por traslocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5% del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	Poca
	Superficie cubierta	10%
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, temperaturas bajas, pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Pino, ciprés, encino, ilamo y grama natural
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		14-10-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 40 cm. A1	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en gránulos, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes, poros, finos y medianos, 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 5.6, reacción moderadamente ácida; limite claro y ondulado.
40 – 85 cm. A2	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al ; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite difuso.
85 – 120 cm. Bw	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al ; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
120 – 130x cm. 2C	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arcillosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; pocas raíces; finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera 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 070514

Cuadro 4.3. Resultados de los análisis físicos del perfil 070514

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	0.52	1.5	130.1	5.27				1.30	62.69	2.65	65.33
40-85	0.53	1.56	75.85	68.72				40.31	6.21	59.82	66.03

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-40	3.97			
40-85	28.41			

Cuadro 4.4. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070514

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.
0-40	61.49	36.91	1.60	FA	FAr		5.6	4.88	9.27				2.47	6.25	Media
40-85	50.95	47.39	1.66	FA	FAr		5.8	3.16	6.01				2.25		
85-120	61.03	37.14	1.83	FA	FAr		6.1	2.41	4.57				4.30		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-40	43.50	4.71	38.79	3.93	1.75	0.32	0.15	1.71	0.78	4.03	0.74	0.34	3.93	16.6
40-85	50.00	4.97	45.03	4.67	2.30	0.49	0.10	1.79	0.30	4.59	0.97	0.21	3.58	6.0
85-120	58.00	7.19	50.81	7.10	4.70	0.64	0.08	1.68	0.09	8.10	1.10	0.14	2.90	1.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-40	9.03	0.80	1.85	44.12	1.00	86.80	2.30	1.30		1.68
40-85	9.34	0.61	1.00	52.56	1.00	94.00	3.40	1.50		1.56
85-120	12.25	0.47	0.36	54.22	1.00					1.66

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 química.

Cuadro 4.5. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil 070514

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	0-40	40-85
Cristobalita	-	-
Caolinita	-	-
Feldespatos	Tr	-
Intergrados 2:1 - 2:2	-	-
Haloisita	Tr	-
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	-	Tr
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	0-40	40-85
Anfiboles	Tr	Tr
Circón	3	3
Cuarzo	2	Tr
Feldespatos Plagioclasa	30	28
Opacos	15	10
Piroxenos	13	4
Productos de alteración	36	54
Vidrio volcánico	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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.2 y la descripción del perfil modal, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C; donde el primer horizonte es un A1, de color gris muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en gránulos y consistencia friable; el segundo horizonte es A2, de color negro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable; el tercer horizonte es un Bw de color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el cuarto horizonte es un 2C de textura arcillosa de color pardo grisáceo oscuro, sin estructura (masivo), de consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.3 la porosidad total es muy alta, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en el primer horizonte y la microporosidad sobre la macroporosidad en el segundo horizonte; la humedad aprovechable es muy baja en el primer horizonte y media en el segundo.

Según el Cuadro 4.4, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a ligeramente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es medio en los dos primeros horizontes y bajo en el tercero.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores bajos en los dos primeros horizontes y medios en el tercero; el Magnesio y Potasio presentan valores bajos; los valores de Fósforo disponible son bajos y los suelos presentas altos valores de retención fosfórica.

Respecto a elementos menores, el Hierro presenta valores altos; el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

De acuerdo con el Cuadro 4.5, la fracción arcillosa del suelo presenta los siguientes minerales: el material no cristalino es dominante, los feldespatos, haloisita y metahaloisita presentan trazas; las especies minerales que existen dentro de la fracción arena son: los productos de alteración poseen porcentajes dominantes; el feldespato plagioclasa es común, los piroxenos están presentes, mientras que el anfíbol, circón, cuarzo y vidrio volcánico se presentan en trazas (menos del 5%).

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

Suelos minerales de baja evolución con presencia de vidrio volcánico, profundos y oscuros, con contenidos medios de materia orgánica en el horizonte A y bajos en profundidad. Presenta alta adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos con texturas moderadamente finas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción de moderadamente ácida a ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Los suelos presentan temperaturas que corresponden a un régimen isomésico (entre 8 a 15°C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con las pendientes que van desde moderada a fuertemente escarpadas, temperaturas bajas, afloramientos rocosos, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos, que posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera y afloramientos rocosos, presenta vocación forestal por lo que tiene aptitud para actividades forestales: manejo de los bosques naturales existentes y establecimiento de plantaciones forestales.

La fase que posee pendientes fuertemente escarpadas (>75%), afloramientos rocosos y erosión ligera, es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, por lo que deben conservarse sin intervención antrópica.

En los suelos con vocación forestal es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas a curvas de nivel y/o con pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En la fase con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; debe propiciarse la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados con plantaciones de especies arbóreas nativas; asimismo es necesario evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas, es necesario 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 MDAf1 pertenece a la clase VII, subclase VII pc y grupo de manejo VII pc-1, por lo que son tierras de vocación forestal. La fase MDAgr1 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, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Para conocer las especies 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” (IGAC, 2007) y busque la descripción del grupo de manejo que corresponde a la fase de su interés.

4.3.1.2 Consociación Tolimán (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 071803. Símbolo MDB

La Consociación Tolimán se encuentra a inmediaciones del volcán San Pedro del municipio de San Pedro La Laguna; a inmediaciones del pico Santo Tomás Pecul del municipio de Nahualá; en los alrededores del paraje Chanán del municipio de San Lucas Tolimán y a inmediaciones del volcán Atitlán del municipio de Santiago Atitlán. Tiene una extensión de 2,165 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “muy frío húmedo”, (Código D), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 8.0 a 10.0 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 2,700 a 3,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 10.0 °C, precipitación anual media de 1,326 mm y una altitud media de 2,957 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 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.). La cobertura vegetal predominante en el área es bosque latifoliado.



Figura 4.3. Cono en el relieve de estrato-volcán en paisaje de montaña volcano-erosional, municipio de San Pedro La Laguna (Foto: O. Hernández, 2010)

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondiente al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de estrato-volcán.

La unidad está compuesta por el suelo Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica perfil modal (PM 071803) en un 70% y por el suelo Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica, perfil inclusión (PI 071908) en un 20% y presencia de afloramientos rocosos en un 10% del total del área (ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación Tolimán, presenta las siguientes fases:

- **MDBd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (2 ha).
- **MDBfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), poca pedregosidad superficial, erosión ligera (15 ha).
- **MDBg3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa (39 ha)
- **MDBgr1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera (2,109 ha).

La inclusión de la Consociación corresponde a los suelos del tipo Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica (perfil inclusión 071908), caracterizados por ser suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas, saturación de bases de media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, reacción moderada al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial localizada y erosión ligera. (Ver anexo B).

En la Figura 4.4 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

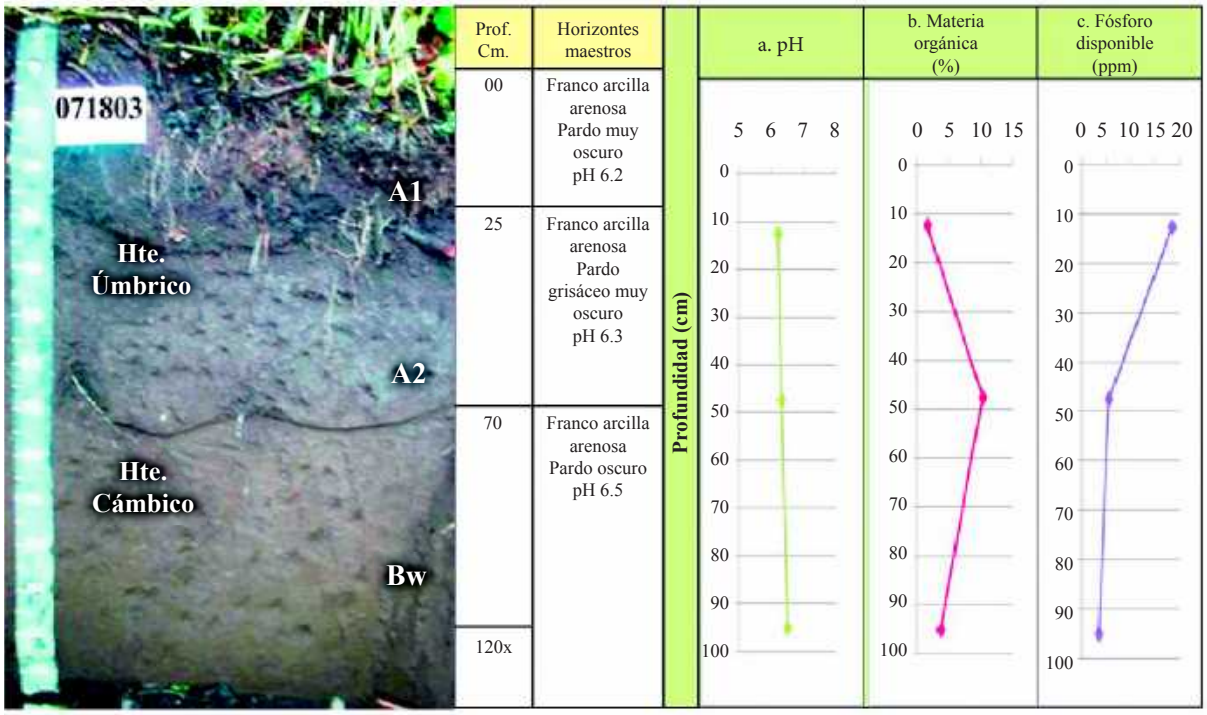


Figura 4.4. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el PM 071803 de la Consociación Tolimán; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: O. Hernández, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071803

A continuación, se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071803:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Tolimán
Símbolo		MDB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Pedro La Laguna
	Aldea	Volcán San Pedro
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 417652
		Latitud (Y): 1621206
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2459
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
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		2,870 m.s.n.m.

Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Muy frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,057 mm.
	Temperatura promedio anual	10.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	12.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5% del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	Poca
	Superficie cubierta	10%
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	No hay
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes fuertemente escarpadas
Vegetación natural	Encino, ilamo	
Describió	Oscar Antonio Hernández de la Parra	
Fecha de descripción	31-08-2010	

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. A1	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
25 – 70 cm. A2	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 angulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
70 – 120x cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques angulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo 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 ligera al NaF, no hay al HCl, ligera 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 071803

Cuadro 4.6. Resultados de los análisis físicos del perfil 071803

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	0.69	1.08	75.39	73.58				24.10	0.87	35.24	36.11
25-70	0.98	1.15	85.22	26.36				20.83	10.21	4.57	14.78

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	49.48			
25-70	5.53			

Cuadro 4.7. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071803

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	57.09	41.39	1.52	FA	FArA	5	6.2	0.83	1.57				18.45		
25-70	59.96	38.55	1.49	FA	FArA	5	6.3	5.46	10.37				5.50	7.85	Alta
70-120	58.32	40.20	1.48	FA	FArA	10	6.5	1.95	3.71				3.50		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	63.00	21.48	41.52	21.44	15.55	3.82	1.91	0.16	0.04	24.69	6.06	3.04	0.25	0.19
25-70	37.00	16.67	20.33	16.64	13.03	2.74	0.70	0.18	0.03	35.22	7.41	1.88	0.47	0.18
70-120	13.50	10.78	2.72	10.75	8.96	1.48	0.11	0.19	0.03	66.37	11.04	0.81	1.41	0.28

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	34.03	0.21	3.02	98.17	1.24	38.40	0.90	0.89		1.50
25-70	44.98	0.30	3.07	47.35	1.00	49.10	0.98	1.00		1.67
70-120	79.63	0.56	0.20	39.89	1.00					

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 química.

Cuadro 4.8. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil 071803

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	0-25	25-70
Cristobalita	-	-
Caolinita	-	-
Feldespatos	++	++
Intergrados 2:1 - 2:2	Tr	-
Haloisita	-	-
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	Tr	-
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	0-25	**25-70**
Circón	2	Tr
Cuarzo	Tr	Tr
Feldespatos Plagioclasa	12	10
Opacos	5	4
Piroxenos	Tr	Tr
Productos de alteración	80	85
Vidrio volcánico	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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.4, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A-B; en donde se observa que el horizonte A1 es de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, poca gravilla, estructura en bloques angulares, consistencia muy friable; el segundo es un A2 de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, poca gravilla, estructura en bloques angulares, consistencia friable; el tercero es un Bw de color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, poca gravilla, estructura en bloques angulares, consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.6 la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en el segundo, la microporosidad domina en el primer horizonte y la macroporosidad en el segundo, la humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y muy baja en el segundo.

Según el Cuadro 4.7 y la Figura 4.4, la reacción del suelo es ligeramente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es alta en el primero y segundo horizontes, la saturación de bases es baja en el primer horizonte, media en el segundo y alta en el tercero; el contenido de materia orgánica es bajo en el primero y tercer horizonte, alto en el segundo.

Con referencia a los cationes, el Calcio y Potasio presentan altos valores; el Magnesio presenta valores que varían de altos a bajos según desciende la profundidad; los valores de Fósforo disponible son medios en el primer horizonte, descendiendo en profundidad y el suelo presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos; el Zinc presenta valores medios; el Cobre y Manganeso valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

De acuerdo con el Cuadro 4.8, la fracción arcillosa del suelo presenta los siguientes minerales: los materiales no cristalinos son dominantes, los feldespatos son comunes, los intergrados 2:1-2:2 y la metahaloisita presentan trazas; en la fracción arena dominan: los productos de alteración, los feldespatos plagioclasas están presentes, el circón, cuarzo, opacos, piroxenos y vidrio volcánico presentan trazas (menos del 5%).

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

Suelos minerales de incipiente desarrollo genético de sus horizontes derivados de cenizas volcánicas, su evolución se da asociada a la presencia de materia orgánica y especialmente en los horizontes superficiales. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, pardos, con contenidos bajos de materia orgánica en el primer horizonte y altos en el segundo. Suelos de texturas moderadamente finas, capacidad de intercambio de cationes de alta a baja, saturación de bases de baja a alta y reacción ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas que corresponden a un régimen isomésico (rango entre los 8-15°C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con las pendientes que van desde fuertemente inclinadas a fuertemente escarpadas, afloramientos rocosos y erosión ligera a severa y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión ligera, es de vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y/o sistemas silvopastoriles.

La fase con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), poca pedregosidad superficial y erosión ligera, posee vocación forestal y por lo tanto, es apta para implementar actividades forestales: establecimiento de plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.

La fase de estos suelos con pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión severa y la fase con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), con afloramientos rocosos y erosión ligera, presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Debido al escaso porcentaje de materia orgánica que poseen es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Manganeso. Necesitan riego en la época seca y por su textura moderadamente fina, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En la fase de vocación forestal es necesario 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. Deben establecerse planes de control de incendios forestales.

Para las fases que presentan pendientes mayores a 75%, de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, deben conservar la vegetación existente, propiciar la regeneración natural. Reforestar con especies arbóreas 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 MDBd1 pertenece a la clase VI, subclase VI c y grupo de manejo VI c-1, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MDBfp1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-6, por lo que son tierras de vocación forestal. La fase MDBgr1 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p, subclase VIII p-1 y la fase MDBg3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, por lo que ambas fases poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos 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.

4.3.1.3 Consociación Chiquix (orden Andisol): Thaptic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070509. Símbolo MDC

La Consociación Chiquix se encuentra ubicada en inmediaciones de los poblados Chiquix, Nuevo Pacorral II, Pabinalá, Pacorral I, Pacutamal, Parraxquim, Xeabaj I, Xetinimit y la montaña Siete Cruces en el municipio de Nahualá; posee una extensión de 984 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “muy frío húmedo”, (Código D), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 8.0 a 10.0°C,

un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,700 a 3,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 10.1°C, precipitación anual media de 1,130 mm y una altitud media de 3,076 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 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 la Figura 4.5 la cobertura vegetal y uso actual es agricultura y forestería.



Figura 4.5. Lomas del paisaje montaña volcano-erosional, con agricultura y forestería en el municipio de Nahualá (Foto: O. Hernández, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de lomas.

La unidad cartográfica está compuesta por un Thaptic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isomésica (PM 070509) en un 90% del total 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 Chiquix, presenta las siguientes fases:

- **MDCd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (542 ha).
- **MDCe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (442 ha).

En la Figura 4.6 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

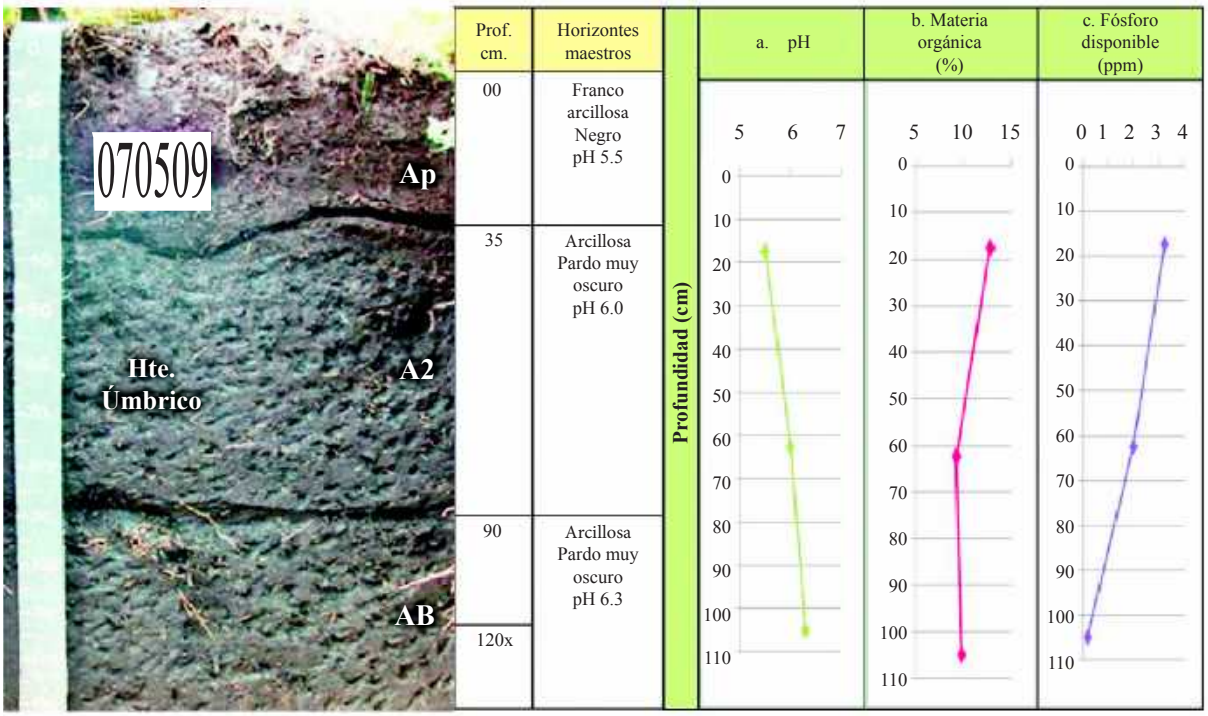


Figura 4.6 En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el PM 070509 de la Consociación Chiquix; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: O. Hernández, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070509

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070509:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chiquix
Símbolo		MDC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Thaptic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	Chiquix
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 402847
		Latitud (Y): 1637248
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2515
	Línea de vuelo No.	445
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		3,042 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Muy frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,143 mm.
	Temperatura promedio anual	10.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	11.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Haba, maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Pino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		24-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 35 cm. Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillosa y laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y fuerte al H_2O_2; pH 5.5, reacción fuertemente ácida; límite claro e irregular.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
35 – 90 cm. A2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y fuerte al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite difuso.
90 – 120x cm. AB	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arcillosa y laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces finas, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y fuerte al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida.

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

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070509

Cuadro 4.9. Resultados de los análisis físicos del perfil 070509

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	0.72	1.58	86.42	56.76				23.66	18.68	35.75	54.43
35-90	0.85	1.51	110.3	67.09				33.99	17.12	26.59	43.71

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-35	33.10			
35-90	33.10			

Cuadro 4.10. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070509

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.
0-35	51.72	45.29	2.99	FA	FAr		5.5	6.76	12.84				3.22		
35-90	43.96	52.99	3.05	FL	Ar		6.0	4.87	9.26				2.00	5.50	Media
90-120	64.59	33.75	1.66	FA	Ar		6.3	5.16	9.80				0.19		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-35	12.50	2.70	9.80	2.59	1.61	0.51	0.19	0.27	0.11	12.88	4.11	1.54	2.18	4.1
35-90	10.00	2.27	7.73	2.20	1.51	0.36	0.07	0.26	0.07	15.11	3.61	0.66	2.62	3.1
90-120	17.00	1.58	15.42	1.51	0.93	0.29	0.04	0.25	0.07	5.44	1.72	0.23	1.49	4.4

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-35	20.71	0.51	0.20	18.50	1.55	80.80	2.20	1.20		0.15
35-90	22.00	0.47	0.20	42.74	1.13	61.80	2.90	1.30		1.55
90-120	8.88	0.29	0.20	19.86	1.00					1.73

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 química.

Cuadro 4.11. Resultados del análisis mineralógico del perfil 070509

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	0-35	35-90
Cristobalita	-	-
Caolinita	-	-
Feldespatos (Plagioclasa)	++	Tr
Intergrados 2:1 - 2:2	-	-
Haloisita	-	-
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	Tr	Tr

Especies minerales de la fracción de arena	Profundidad (cm)	
	0-35	35-90
Anfiboles	Tr	3
Circón	Tr	3
Cuarzo	12	18
Feldespatos Plagioclasa	9	25
Opacos	45	36
Piroxenos	tr	5
Productos de alteración	33	10
Vidrio volcánico		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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.6, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, de tipo A–AB. El horizonte Ap de color negro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable, el segundo es un horizonte A2 de color pardo muy oscuro, textura arcillosa, estructura bloques subangulares, consistencia muy friable; el tercero es un horizonte transicional de tipo AB de color pardo muy oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable.

Como se observa en el Cuadro 4.9, la porosidad total es alta para el primer horizonte y media para el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 4.10 y la Figura 4.6, la reacción del suelo varía de fuertemente ácida a ligeramente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es media y la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende a valores medios en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Potasio, el Calcio y el Magnesio presentan valores bajos. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores moderados de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos; el Hierro presenta valores de medios a altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

La interpretación de la mineralogía del suelo (Cuadro 4.11) indica que el grado de alteración de las arenas es medio, dado que los productos de la misma y los opacos, constituyen los mayores porcentajes; no obstante, también se presentan minerales alterables (plagioclasas, anfíboles, piroxenos). La dominancia de material amorfo en la fracción arcilla con porcentajes significativos de feldespatos plagioclasas y bajos de metahaloisita indica etapas iniciales en la formación de estos andisoles.

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

Suelos minerales de evolución moderada derivados de ceniza volcánica. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, de colores que van desde negro a pardo muy oscuro, con contenido de materia orgánica alto en el primer horizonte y medio en profundidad. Suelos de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases baja y reacción de fuertemente ácida a ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperatura correspondientes a un régimen isomésico (rango de 8.0-15.0°C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con las pendientes presentes las cuales van de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión moderada y clima muy frío.

La fase que posee pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y la fase que posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), ambas con erosión moderada, presentan vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para el establecimiento de sistemas agroforestales y sistemas extensivos silvopastoriles.

En estos suelos se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. En la fase de mayor pendiente se recomienda asimismo, establecer acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de Fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

Necesitan riego en la época seca y por su textura fina, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, 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 MDCd2 pertenece a la clase VI, subclase VIc y grupo de manejo VIc-1, por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MDCe2 pertenece a la clase VI, subclase VIpc y grupo de manejo VIpc-1, 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.

4.3.1.4 Consociación Atitlán (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 071322. Símbolo MJA

Los suelos de esta unidad se encuentran a inmediaciones del cerro Chunimajuyú, en el municipio de San Pedro La Laguna; el pico Santo Tomás Pecul en el municipio de Nahualá; el Paraje Chanán del municipio de San Lucas Tolimán; el volcán Atitlán en el municipio de Santiago Atitlán. La unidad abarca una extensión de 2,647 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.4 °C, precipitación anual media de 1,275 mm y una altitud media de 2,442 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 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 la Figura 4.7 la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto.



Figura 4.7. Estrato-volcán en paisaje de montaña volcano-erosional, municipio de San Lucas Tolimán (Foto: O. Hernández, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondiente al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de estrato-volcán.

La unidad está compuesta por los suelos Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica (PM 071322) en un 70%; Andic Haplustolls, familia medial, isomésica (PI 071802) en un 20% y por el suelo Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica (PI 071320) en un 10% del total del área.

La Consociación Atitlán presenta las siguientes fases:

- **MJAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (278 ha).
- **MJAep1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), abundante pedregosidad superficial y erosión ligera (79 ha)
- **MJAf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (508 ha).
- **MJAf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (4 ha).
- **MJAg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (813 ha).
- **MJAgp1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (965 ha).

Las inclusiones de la consociación corresponden a los suelos Andic Haplustolls, familia medial, isomésica (PI 071802) estos suelos son profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas medias sobre moderadamente finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes baja a media, pH de ligeramente ácido a neutro, fuerte reacción al NaF, fertilidad natural muy alta, con pendientes moderadamente escarpadas y erosión ligera. La otra inclusión está dada por los suelo Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica (PI 071320) estos suelos son profundos, bien drenados, con texturas medias y fertilidad natural media, presentan erosión ligera. (Ver detalles de estas inclusiones en el anexo B).

En la Figura 4.8, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

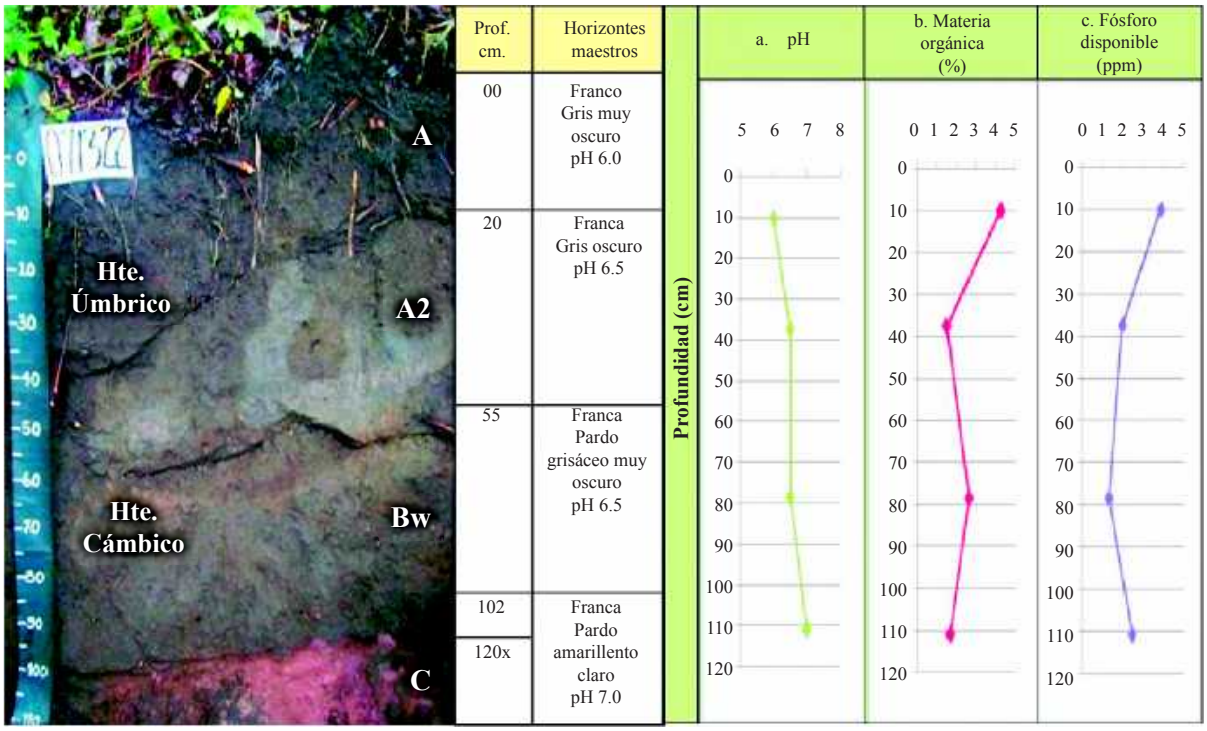


Figura 4.8. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 071322 de la Consociación Atitlán; las gráficas muestran el comportamiento del pH, de la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: O. Hernández, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071322

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071322:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Atitlán
Símbolo		MJA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino al volcán Tolimán
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 426989
		Latitud (Y):1614781
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2377
	Línea de vuelo No.	452
	Bloque No.	04
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		2,396 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 a 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,148 mm.
	Temperatura promedio anual	12.0 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	14.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	102 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes ligeramente escarpadas
Vegetación natural		Pino, encino, ilamo
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		02-09-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas, medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite claro y ondulado.
20 – 55 cm. A2	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, medias, vivas, de distribución anormal; poca 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 ondulado.
55 – 102 cm. Bw	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, medias, vivas, de distribución anormal; poca 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 ondulado.
102 – 120x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), y piedra (20%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos y gruesos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra.

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

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071322

Cuadro 4.12. Resultados de los análisis físicos del perfil 071322

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	1.20	1.36	61.74	17.99				3.09	8.34	3.43	11.76
20-55	1.14	1.34	37.24	11.60				2.00	10.28	4.65	14.93

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	14.90			
20-55	9.60			

Cuadro 4.13. Resultados de análisis químicos del perfil 071322

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	58.99	39.56	1.45	FA	F	10	6.0	2.23	4.24				3.88	4.95	Baja
20-55	59.12	39.43	1.45	FA	F	10	6.5	0.79	1.51				1.99		
55-102	58.55	39.50	1.95	FA	F	10	6.5	1.38	2.63				1.33		
102-120	69.28	29.28	1.44	FA	F	50	7.0	0.89	1.69				2.48		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	14.00	2.11	11.89	2.07	1.58	0.16	0.17	0.15	0.04	11.30	1.14	1.24	1.07	1.9
20-55	10.00	0.68	9.32	0.64	0.37	0.05	0.08	0.14	0.04	3.71	0.54	0.79	1.39	5.9
55-102	12.00	2.64	9.36	2.60	2.08	0.22	0.14	0.16	0.04	17.34	1.79	1.17	1.34	1.5
102-120	7.50	0.66	6.84	0.63	0.31	0.07	0.08	0.17	0.03	4.09	0.94	1.13	2.26	4.5

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	14.76	0.62	0.2	21.25	1.09	28.10	0.79	0.55		1.67
20-55	6.43	0.69	0.2	27.73	1.05	20.60	0.32	0.31		1.77
55-102	21.65	3.35	0.2	43.43	1.07	37.40				1.46
102-120	8.42	0.72	0.2	7.20	1.15					

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 química.

Cuadro 4.14. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil 071322

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	0-20	20-55
Cristobalita	-	Tr
Caolinita	-	-
Feldespatos	++	++
Intergrados 2:1 - 2:2	-	-
Haloisita	-	-
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	-	-

Especies minerales de la fracción de arena	Profundidad (cm)	
	0-20	20-55
Anfiboles		2
Biotita		Tr
Circón	tr	
Cuarzo	tr	5
Feldespatos Plagioclasa	9	44
Feldespatos Potásicos		Tr
Opacos	3	3
Piroxenos	2	7
Productos de alteración	85	38
Vidrio volcánico		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**	**?**
No detectado	**N.D.**		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.8 y la descripción del perfil modal, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A-B-C. El horizonte A se subdivide en A y A2, de colores gris muy oscuro y gris oscuro, textura franca, estructura en gránulos, de consistencia muy friable. El horizonte Bw, es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura en gránulos, consistencia muy friable. El horizonte C se caracteriza por presentar un color pardo amarillento claro, textura franca, sin estructura (masivo), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.12, la porosidad total es baja, en ella predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja con la profundidad.

Según el Cuadro 4.13 y la Figura 4.8, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media en los primeros tres horizontes y baja en el último y la saturación de bases es baja; el contenido de materia orgánica es bajo en todo el perfil.

Con referencia a los cationes, el Calcio, Magnesio y Potasio presentan valores bajos, los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores medios de retención fosfórica. Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos en los primeros tres horizontes y bajos en el último; el Cobre, Zinc y Manganeso presentan bajos valores; según las variables utilizadas la fertilidad de los suelos es baja.

De acuerdo con el Cuadro 4.14, la fracción arcillosa del suelo presenta los siguientes minerales: material no cristalino es dominante, los feldespatos se presenta como comunes, la cristobalita presenta trazas; las especies minerales que existen dentro de la fracción arena son: los productos de alteración con un porcentaje dominante, el feldespato plagioclasa se califica como presente, el cuarzo, anfíbol, biotita, circón, feldespatos potásicos. Los opacos, piroxenos y vidrio volcánico se presentan en trazas (menores al 5%).

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

Suelos minerales de incipiente desarrollo genético en sus horizontes, su evolución se da especialmente en los horizontes superficiales y está asociada a los valores de materia orgánica que poseen. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, de colores que van de gris muy oscuro a gris oscuro, con contenidos bajos de materia orgánica. Suelos de texturas medias, capacidad de intercambio de cationes media a baja, saturación de bases baja y reacción de moderadamente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen edáfico isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en estrato-volcán, con pendientes que van de ligera a fuertemente escarpadas, pedregosidad superficial puntual, erosión ligera a moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera y pedregosidad superficial, presentan vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes así como sistemas extensivos silvopastoriles.

Las fases que presentan pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera y moderada, presentan vocación forestal y poseen aptitud para actividades forestales: establecimiento de plantaciones forestales y manejo productivo de bosque natural existente.

Las fases que tienen pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera y pedregosidad superficial, presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En las tierras con vocación agroforestal se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, establecer acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 y dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Respecto a su fertilidad, la materia orgánica presenta bajos valores por lo que es necesario incrementarla a través de la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Con respecto a los micronutrientes y con base a la rentabilidad de los cultivos debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

Necesitan riego en la época seca y por su textura franca debe aplicarse láminas moderadas en volumen y aplicaciones moderadamente espaciadas en el tiempo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En las fases de vocación forestal es necesario 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. Deben establecer planes de control de incendios forestales.

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

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MJAe1 y MJAep1 pertenecen a la clase VI, subclase VIp y grupo de manejo VIp-4, por lo que son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril. Las fases MJAf1y MJAf2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-5, por lo que son tierras de vocación forestal. Las fases MJAg1 y MJAgp1 pertenecen 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, los recursos hídricos y protección 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.

4.3.1.5 Consociación La Horqueta (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 071321. Símbolo MJB

Los suelos de la Consociación La Horqueta se encuentran ubicados a inmediaciones del poblado Chanán del municipio de San Lucas Tolimán y el volcán Atitlán en el municipio de Santiago Atitlán. Abarca una extensión de 49 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes 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 anual media de 1,153 mm y una altitud media de 2,532 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 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 la Figura 4.9, el uso de la tierra es principalmente agricultura y cobertura vegetal de bosque mixto.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%); correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de estrato-volcán.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica (PM 071321) en un 90% del total del área, el 10% de la superficie está formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del suelo.



Figura 4.9. Glacís en paisaje de montaña volcano-erosional, la fotografía muestra zonas boscosas, maíz y pastos naturales (Foto: C. García, 2010)

La Consociación La Horqueta, presenta la siguiente fase:

- **MJBd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (49 ha).

En la Figura 4.10, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. En las páginas siguientes se hace una descripción completa del suelo en mención.

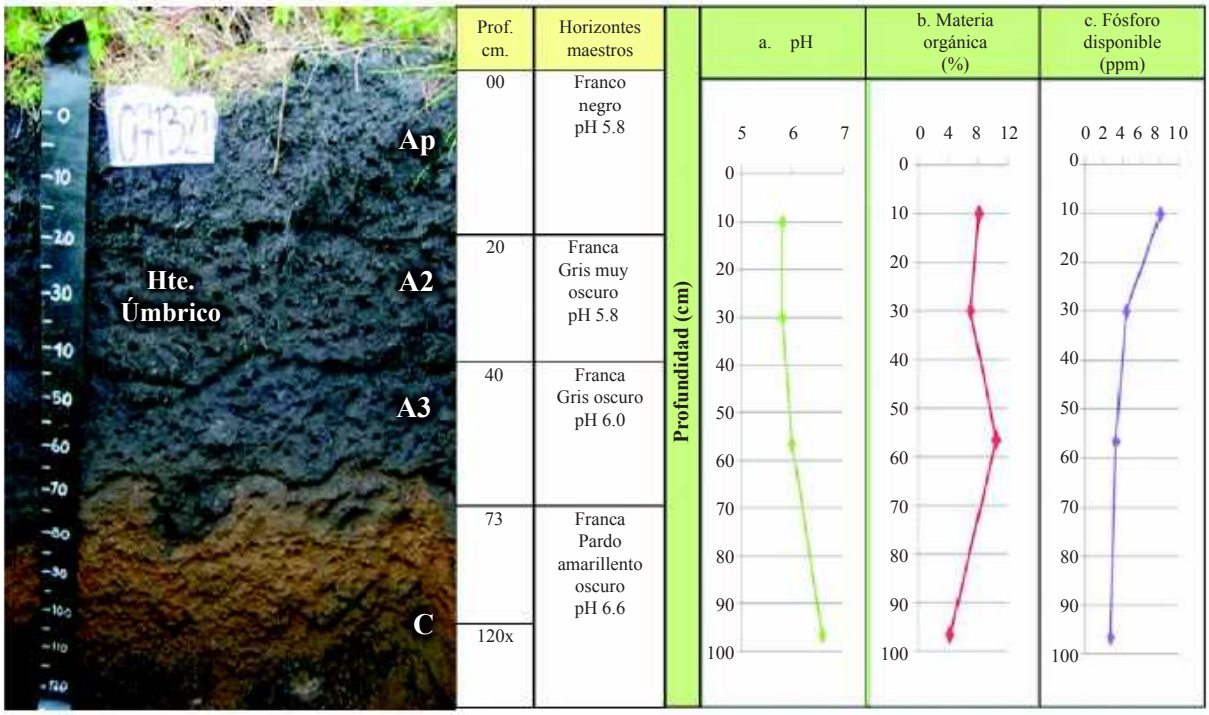


Figura 4.10. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 071321 de la Consociación La Horqueta; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071321

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071321:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Horqueta
Símbolo		MJB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	En medio de los volcanes de Atitlán y Tolimán
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 426420
		Latitud (Y): 1614848
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2377
	Línea de vuelo No.	452
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Glacís
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		2,507 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,148 mm.
	Temperatura promedio anual	12.0 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	15.0 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área).
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	73 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, fragmentos de roca en el perfil.
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		César David García Sic, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		02-09-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, muy finas y finas, vivas, de distribución anormal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite claro y ondulado.
20 – 40 cm. A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, muy finas y finas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite claro y ondulado.
40 – 73 cm. A3	Color en húmedo gris oscuro (10YR4/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable; en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, muy finas y finas, vivas, de distribución anormal; poca 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 ondulado.
73 – 120x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (50%) y poca piedra (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera 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 071321:

Cuadro 4.15 Resultados de los análisis físicos del perfil 071321

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	1.09	1.16	65.31	51.35				7.19	1.29	4.74	6.03
20-40	0.97	1.45	71.43	34.31				7.87	17.20	15.90	33.10
40-73	0.85	1.09	70.83	23.89				11.02	14.59	7.43	22.02

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	44.16			
20-40	26.44			
40-73	12.87			

Cuadro 4.16 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071321

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	58.57	39.96	1.47	FA	F	15	5.8	4.26	8.10				8.11	6.39	Media
20-40	56.60	41.94	1.47	FA	F	10	5.8	3.68	7.00				4.43		
40-73	54.24	44.28	1.48	FA	F	5	6.0	5.51	10.47				3.34		
73-120	62.21	36.3	1.49	FA	F	65	6.6	2.23	4.23				2.79		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	17.50	4.35	13.15	4.30	2.70	1.23	0.21	0.16	0.05	15.41	7.04	1.19	0.93	1.1
20-40	18.50	3.34	15.16	3.29	2.45	0.55	0.14	0.16	0.05	13.23	2.96	0.76	0.85	1.5
40-73	27.50	4.17	23.33	4.13	3.42	0.41	0.12	0.18	0.04	12.45	1.48	0.43	0.65	0.96
73-120	13.50	1.58	11.92	1.54	1.12	0.14	0.12	0.16	0.04	8.31	1.02	0.86	1.21	2.5

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	24.57	0.64	2.57	17.99	2.66	39.90	0.67	0.52		1.70
20-40	17.80	0.67	0.46	27.88	1.41	35.90	0.76	0.58		1.57
40-73	15.01	0.67	1.73	23.77	1.21	57.50				1.66
73-120	11.40	1.37	0.20	29.19	1.05	65.40				

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.10, los suelos presentan un perfil de evolución incipiente, del tipo A – C. El horizonte A se divide Ap, A2 y A3 y presenta colores negro, gris muy oscuro y gris oscuro; textura franca, estructura granular, consistencia muy friable. El horizonte C presenta color pardo amarillento oscuro, textura franca, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.15, la porosidad total es baja en el primer y tercer horizonte y media en el segundo, en ella predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es alta para el primer horizonte, media para el segundo y baja para el tercero.

Según el Cuadro 4.16 y la Figura 4.10, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta en el tercer horizonte y media en los demás, la saturación de bases es baja; la materia orgánica presenta valores medios en los primeros horizontes, valores altos en el tercer horizonte y bajo en el último.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta medios en el primer horizonte y bajos en profundidad; el Calcio y Magnesio presentan valores bajos. Los valores de Fósforo disponible son bajos; el suelo presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores medios en el primer horizonte y altos en profundidad; el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

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

Suelos minerales de incipiente desarrollo genético en sus horizontes, su evolución se da especialmente en los horizontes superficiales y asociados a su contenido de materia orgánica. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos moderadamente superficiales, de colores oscuros, con contenidos medios de materia orgánica en el primer horizonte incrementándose en profundidad, salvo en el último horizonte. Suelos de texturas medias, con capacidad de intercambio de cationes media a alta, saturación de bases baja y reacción de moderadamente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanece seco por más de 90 días consecutivos. Régimen edáfico isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con las pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estos suelos presentan vocación agrícola y por lo tanto, son aptos para implementar cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes.

Debido a las pendientes fuertemente inclinadas, se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar, si es necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno,

Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego en la época seca y por su textura franca debe aplicarse láminas moderadas en volumen y aplicaciones moderadamente espaciadas 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 MJBd1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-5, por lo que son tierras con 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.

4.3.1.6 Consociación Churruneles (orden Andisol); Dystric Haplustands, familia medial, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070104. Símbolo MJC

La Consociación Churruneles se encuentra a inmediaciones de la aldea Tzanjuyub, el cantón Palanquix Cotiab, caseríos Casiguán, Chirijraxón, Pacamán, Patzij, Payajut, Xeabaj, los parajes Chuichojché, Parracán, Ventana Abaj, Xeabaj Santa Rita II del municipio de Nahualá; caserío Chuijomil del municipio de San José Chacayá; caseríos Xecalibal, Xecaquixcán del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; aldea Churuneles II, caseríos Central Xejaxac, Xejuyú del municipio de Sololá; los cerros Chicut (Santa Clara), Chuichich, Chuiraxamolá del municipio de Santa Clara La Laguna; los caseríos Chirijcajá II, Choco, Molino San Pedro, labor Santa Rita, los parajes Pajomil, Xetzampual, cerros La Paz, San Marcos del municipio de Santa Lucia Utatlán; el caserío Pajomil del municipio de San Marcos La Laguna; el caserío La Cumbre del municipio de Santa Cruz La Laguna; el caserío Chuipoj del municipio de Santa María Visitación y la cabecera municipal de San Pablo La Laguna. La unidad tiene una extensión de 7,180 hectáreas.



Figura 4.11 Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, municipio de Sololá (Foto: R. Pacheco, 2010)

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.2 °C, precipitación anual media de 1,377 mm y una altitud media de 2,445 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 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 la Figura 4.11, la cobertura vegetal es bosque mixto y se encuentran pequeñas áreas con agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de filas y vigas.

La unidad está compuesta por los suelos Dystric Haplustands, familia medial, isomésica (PM 070104) en un 70% y suelos del tipo Andic Humustepts, familia medial, isomésica (PI 070513) en un 20%; presenta afloramientos rocosos en un 10% del total del área.

La Consociación Churruneles presenta las siguientes fases:

- **MJCf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (255 ha).
- **MJCf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (2,291 ha).
- **MJCfp2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (777 ha).
- **MJCfr2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada (434 ha).
- **MJCg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (49 ha).
- **MJCg2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión moderada (1,564 ha).
- **MJCg3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa (524 ha).
- **MJCgpr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), poca pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (785 ha).
- **MJCgr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (501 ha).

La inclusión de la Consociación corresponde a un suelo Andic Humustepts, familia medial, isomésica (PI 070513), suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas finas, saturación de bases medias, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fuerte reacción al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente escarpadas, pedregosidad superficial localizada, erosión moderada. (Ver detalles en anexo B).

En la Figura 4.12, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. En las páginas siguientes se hace una descripción completa del suelo en mención.

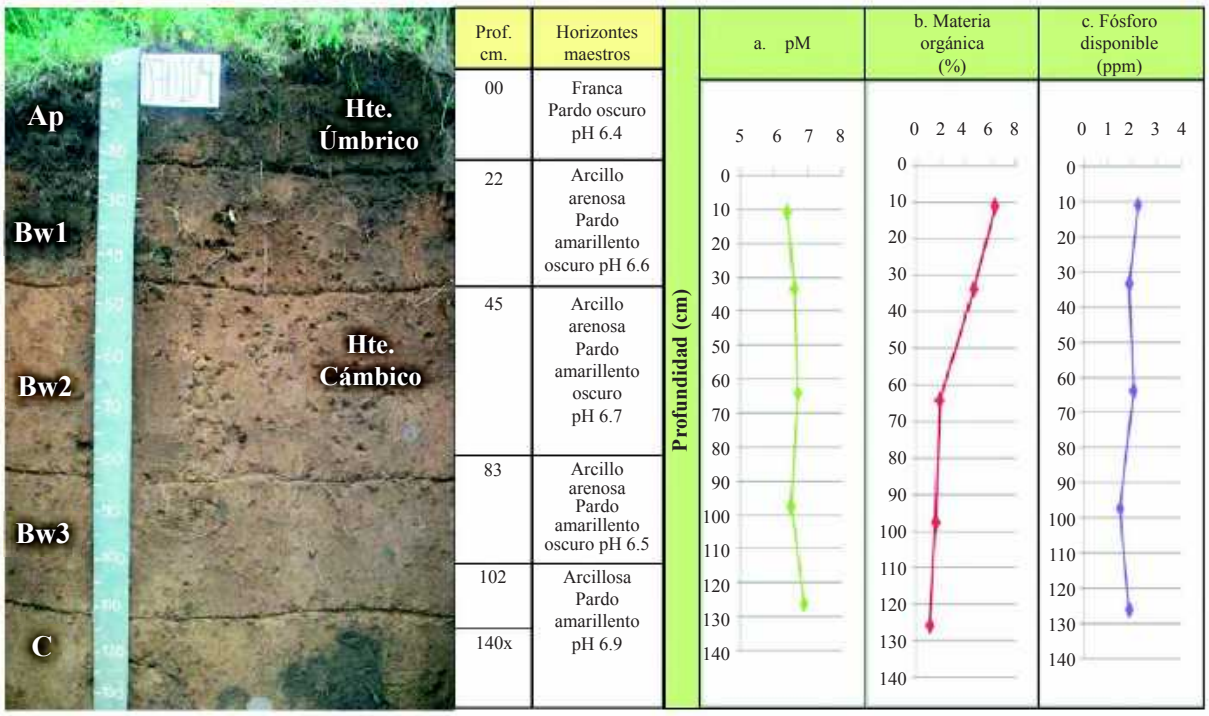


Figura 4.12. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el PM 070104 de la Consociación Churruneles; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070104

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070104:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Churruneles
Símbolo		MJC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	Churruneles II
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 434066
		Latitud (Y): 1639520
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9374
	Línea de vuelo No.	444
	Bloque No.	04
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		2,452 m.s.n.m.

Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,309 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	15.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Medio a rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área).
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	112 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto y agricultura
	Nombre de los cultivos	Papa
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente moderadamente escarpada, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		20-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 22 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, medios, 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 6.4, reacción ligeramente ácida; límite difuso.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
22 – 45 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo 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, finos, medianos, 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 6.6, reacción neutra; límite difuso.
45 – 83 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo 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, finos, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite difuso.
83 – 112 cm. Bw3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo 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, finos, medianos, 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 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
112 – 140x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces, finas vivas de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte 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 070104

Cuadro 4.17. Resultados de los análisis físicos del perfil 070104

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
0-22	0.63	1.33	113.1	51.11				17.05	28.85	23.78	52.63
22-45	0.54	1.95	112.0	51.76				16.05	38.89	33.42	72.31
45-83	0.58	1.13	124.8	67.62				16.84	22.30	26.37	48.67

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-22	34.06			
22-45	35.71			
45-83	50.78			

Cuadro 4.18. Resultados de análisis químicos del perfil 070104

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.
0-22	39.02	56.39	4.58	FL	F		6.4	3.34	6.35				2.25		
22-45	39.97	55.35	4.68	FL	ArA		6.6	2.44	4.64				1.87		
45-83	37.75	57.40	4.85	FL	ArA		6.7	1.00	1.90				2.06	7.51	Alta
83-112	41.81	53.28	4.90	FL	ArA		6.5	0.82	1.56				1.50		
112-140	52.26	43.58	4.58	FA	Ar		6.9	0.58	1.10				1.87		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-22	38.17	11.81	26.35	11.81	8.45	1.46	1.76	0.14		22.14	3.84	4.61	0.37	
22-45	43.29	13.27	30.02	13.27	10.33	0.66	2.12	0.16		23.87	1.52	4.89	0.38	
45-83	39.87	13.47	26.40	13.47	9.07	1.33	2.94	0.13		22.75	3.34	7.36	0.33	
83-112	40.44	14.13	26.31	14.13	11.59	0.33	2.01	0.20		28.66	0.81	4.98	0.48	0.00
112-140	41.01	15.38	25.63	15.38	10.83	1.32	2.99	0.25		26.40	3.21	7.28	0.62	0.00

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-22	30.96	N.D.	0.05	2.50	25.25	83.80	2.90	1.20
22-45	30.66	0.10	0.75	2.25	19.65	85.00	2.80	1.30
45-83	33.79	0.10	0.30	1.65	13.90	79.70		
83-112	34.94	0.05	0.30	6.25	17.45			
112-140	37.51	0.05	0.40	2.75	13.05			

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.12, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. El primer horizonte es un Ap de color pardo oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte B se subdivide en Bw1, Bw2 y Bw3, de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, de consistencia friable. El horizonte C es de color pardo amarillento, textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.17, la porosidad total es alta en el primero y tercer horizonte, muy alta en el segundo, en ella domina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es alta en los primeros dos horizontes y muy alta en el tercero.

Según el Cuadro 4.18 y la Figura 4.12, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases baja; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio y Potasio presentan valores altos; el Magnesio presenta bajos valores. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores medios de retención fosfórica en el primero y tercer horizonte y alto en el segundo.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos; el Cobre, Zinc y Hierro presentan contenidos bajos. Según los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales derivados de cenizas volcánicas de evolución moderada. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, con contenidos medios de materia orgánica en el primer horizonte y bajos en profundidad. Suelos de texturas finas,

con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en filas y vigas, con pendientes de moderada a fuertemente escarpadas, pedregosidad superficial puntual, presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera, moderada y severa y deficientes precipitaciones en un semestre del año

Las fases que presentan pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan vocación forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo prácticas de manejo.

Las fases con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera, moderada y severa presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

En las fases de vocación forestal es necesario 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 al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomienda construir terrazas individuales; asimismo, es importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie y construir barreras vivas o muertas; así como incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Deben establecerse planes de control de incendios forestales.

Para las fases que presentan pendientes mayores al 75%, y que poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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, las fases MJCf1, MJCf2, MJCfp2 y MJCfr2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-5, por lo que son tierras de vocación forestal. Las fases MJCg1 y MJCg2 pertenecen 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 protección de la biodiversidad. Las fases MJCg3, MJCgpr3 y MJCgr3 pertenecen 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, los recursos hídricos y protección 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.

4.3.1.7 Consociación Siete Cruces (orden Andisol): Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070521. Símbolo MJD

La Consociación Siete Cruces se encuentra localizada en inmediaciones de los poblados Chiusaquesán, Tzanjuyub, Pacamposanto IV, Pasacuach, Xolijá y parte de la Montaña Siete Cruces del municipio de Nahualá; poblados Chirijcalbal, Xeabaj II y parte de la Montaña Siete Cruces del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Abarca una extensión de 1,638 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual 11.6 °C, precipitación anual media 1,227 mm y una altitud media de 2,832 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 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 la Figura 4.13 la cobertura vegetal y uso de la tierra es principalmente bosque mixto y agricultura.



Figura 4.13. Filas y vigas en montaña volcano-erosional; en la fotografía se observa la cobertura forestal y gramas naturales (Foto: R. Pacheco, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) en pendientes 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 compuesta por el suelo Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (PM 070521) en un 70% y suelos del tipo Pachic Haplustands, familia medial sobre esquelética - francosa, isomésica (PI 070522) en un 10%; Dystric Haplustands, familia medial, isomésica (PI 070516) en un 10%; afloramientos rocosos en un 10% del total del área. (Ver inclusiones en el anexo B).

La Consociación Siete Cruces, presenta las siguientes fases:

- **MJDf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (169 ha).
- **MJDf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (649 ha).
- **MJDgr2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada (57 ha).
- **MJDgr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (763 ha).

Las inclusiones de la Consociación corresponden a los suelos del tipo Pachic Haplustands, familia medial sobre esquelética - francosa, isomésica (PI 070522), caracterizados por ser suelos profundos, oscuros, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH o reacción de ligeramente ácida a neutra, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes fuertemente escarpadas, erosión severa. Además presenta un suelo de tipo Dystric Haplustands, familia medial, isomésica (PI 070516), que se caracteriza por ser profundo, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas, saturación de bases de media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH o reacción de moderadamente ácida a neutra, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada. (Ver detalles de las inclusiones en el anexo B).

En la Figura 4.14 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

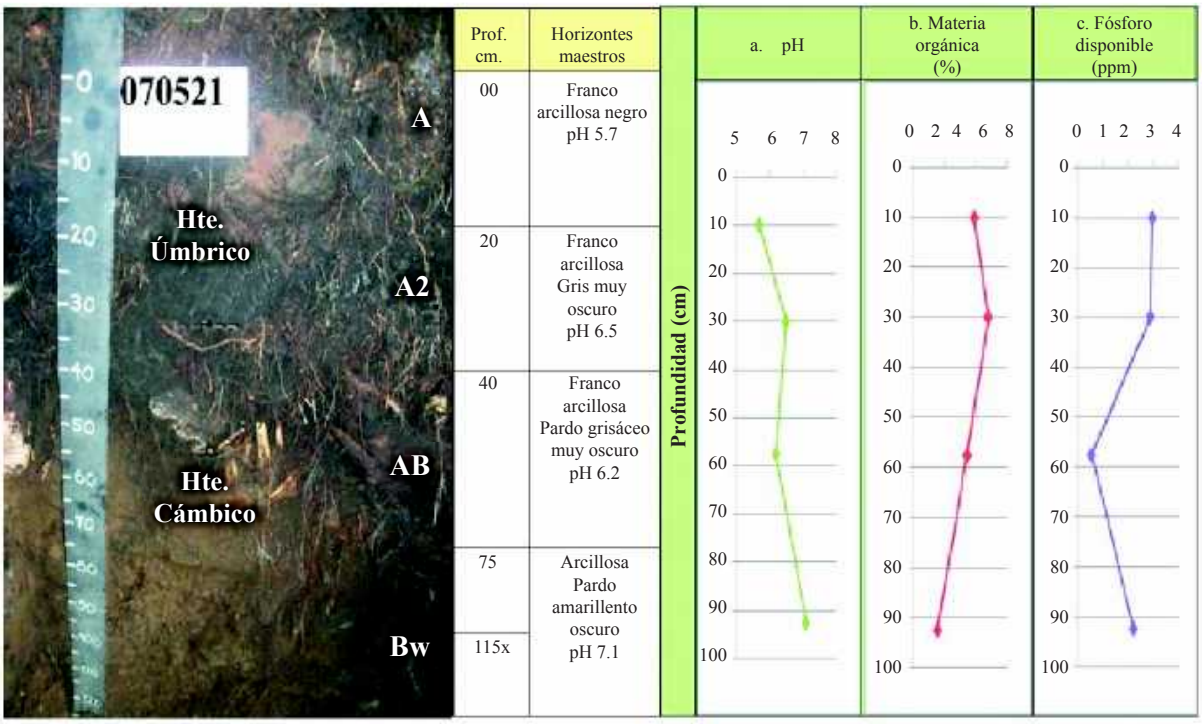


Figura 4.14. Horizontes identificados en el PM 070521 de la Consociación Siete Cruces; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070521

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070521:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Siete Cruces
Símbolo		MJD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Montaña Siete Cruces
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 402277
		Latitud (Y): 1634488
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2366
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
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		3,097 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	>75%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,181 mm.
	Temperatura promedio anual	10.0 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	12.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área).
Afloramientos rocosos	**Clase**	Pocas
	Superficie cubierta	10

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	115 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto y agricultura
	Nombre de los cultivos	Haba, trigo
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente fuertemente escarpada, erosión severa
Vegetación natural		Pino, encino, ilamo
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		24-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%) 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, finos, medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7,reacción moderadamente ácida; límite difuso e irregular.
20 – 40 cm. A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (25%) 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, finos, medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, 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 difuso e irregular.
40 – 75cm. AB	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; frecuente piedra (25%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro e irregular.
75 – 115x cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; frecuente piedra (30%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca 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 070521

Cuadro 4.19. Resultados de los análisis físicos del perfil 070521

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	0.61	1.1	80.13	63.36				21.28	9.32	35.22	44.55
20-40	0.57	1.5	108.16	55.56				23.78	30.15	31.85	62.00
40-75	0.70	1.12	101.87	55.56				25.00	17.05	20.45	37.50

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	42.08			
20-40	31.78			
40-75	30.56			

Cuadro 4.20. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070521

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	47.26	49.74	2.99	FA	FAr	5	5.7	5.11	9.70				4.96	7.31	Alta
20-40	53.31	45.92	0.77	FA	FAr	25	6.5	6.30	11.97				4.88		
40-75	43.99	52.35	3.66	FL	FAr	25	6.2	4.52	8.58				2.56		
75-115	35.93	54.1	9.97	FL	Ar	30	7.1	2.02	3.83				4.21		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	35.00	12.65	22.35	12.59	10.08	2.01	0.29	0.21	0.06	28.80	5.73	0.82	0.61	0.47
20-40	32.50	11.24	21.26	11.20	9.60	1.25	0.18	0.18	0.04	29.54	3.85	0.54	0.54	0.36
40-75	24.00	10.04	13.96	10.00	7.98	1.42	0.35	0.25	0.04	33.27	5.90	1.46	1.03	0.40
75-115	18.50	10.05	8.50	9.94	8.00	1.25	0.42	0.26	0.06	43.24	6.78	2.29	1.41	0.60

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	35.96	0.20	0.20	43.79	2.21	45.10	1.90	1.80		1.77
20-40	34.47	0.26	0.20	31.78	1.59	83.10	2.30	0.97		1.50
40-75	41.65	0.50	0.20	39.09	1.71	82.60				
75-115	53.72	0.47	0.20	23.14	10.29					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.14 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–AB–B. El horizonte A se divide en A y A2 de colores negro y gris muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El tercer horizontes es un transicional AB de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el horizonte Bw es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.19, la porosidad total es media en el primer y tercer horizonte y muy alta en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 4.20 y la Figura 4.14, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra; la capacidad de intercambio de cationes es alta en los primeros horizontes y media en el último; el contenido de materia orgánica es medio en el primer y tercer horizonte, alto en el segundo y bajo en el último; la saturación de bases es media en el primero y tercer horizonte, baja en el segundo y alta en el último horizonte.

Respecto a los macronutrientes, el Calcio presenta valores altos; el Potasio valores medios en el primero y segundo horizonte y altos en los siguientes. El Magnesio presenta valores medios en el primer horizonte y bajo en los demás, los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores moderados de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre, Manganeso y Zinc presentan bajos valores. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos oscuros, con contenidos de medios a altos de materia orgánica en los primeros horizontes. Suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases de media a alta y reacción moderadamente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas que corresponden a un régimen isomésico (entre 8 y 15.0°C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en filas y vigas con pendientes que van de moderada a fuertemente escarpadas, presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera, moderada y severa. Asimismo, presentan deficientes precipitaciones en un semestre del año,

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera y moderada, poseen vocación forestal y por lo tanto, son aptas para implementar actividades forestales, tales como plantaciones forestales y manejo del bosque natural.

Las fases con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), afloramientos rocosos, erosión moderada y severa, presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En las fases de vocación forestal es necesario 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 al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomienda construir terrazas individuales; asimismo, es importante mantener el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda no remover la hojarasca en superficie y construir barreras vivas o

muertas; así como incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Deben establecerse planes de control de incendios forestales.

En las fases de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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, las fases MJDf1 y MJDf2 pertenecen a la clase VII, subclase VIIp y grupo de manejo VIIp-5, por lo que son tierras de vocación forestal. La fase MJDgr2 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, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad. La fase MJDgr3 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, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

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.

4.3.1.8 Consociación Xepatán (orden Andisol): Typic Haplustands, familia medial, isomésica (SSS, 2006), perfil modal 040713. Símbolo MJE

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del poblado Culchich del municipio de San Andrés Semetabaj; la unidad abarca 58 hectáreas. Esta unidad cartográfica 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).

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “frío húmedo”, (Código J), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.0 °C, precipitación anual media de 1,500 mm y una altitud media de 2,775 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 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 la Figura 4.15 la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), correspondiente al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de filas y vigas.



Figura 4.15. Filas y vigas en montaña volcano-erosional, en el municipio de San Andrés Semetabaj, departamento de Sololá (Foto: C. García, 2010)

La unidad cartográfica está representada por un suelo Typic Haplustands, familia medial, isomésica (PM 040713) en un 80% y de Andic Haplustolls, familia medial, isomésica, (PI 040612) en un 20% del total del área.

La Consociación Xepatán, presenta la siguiente fase:

- **MJEe1**: fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (58 ha).

La inclusión corresponde a suelos Andic Haplustolls, familia medial, isomésica (perfil inclusión 040612), estos suelos se caracterizan por ser profundos, bien drenados de texturas medias a finas y fertilidad natural alta, presentan erosión ligera (Ver detalles en el anexo B).

En la Figura 4.16, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. En las páginas siguientes se hace una descripción completa del suelo en mención.

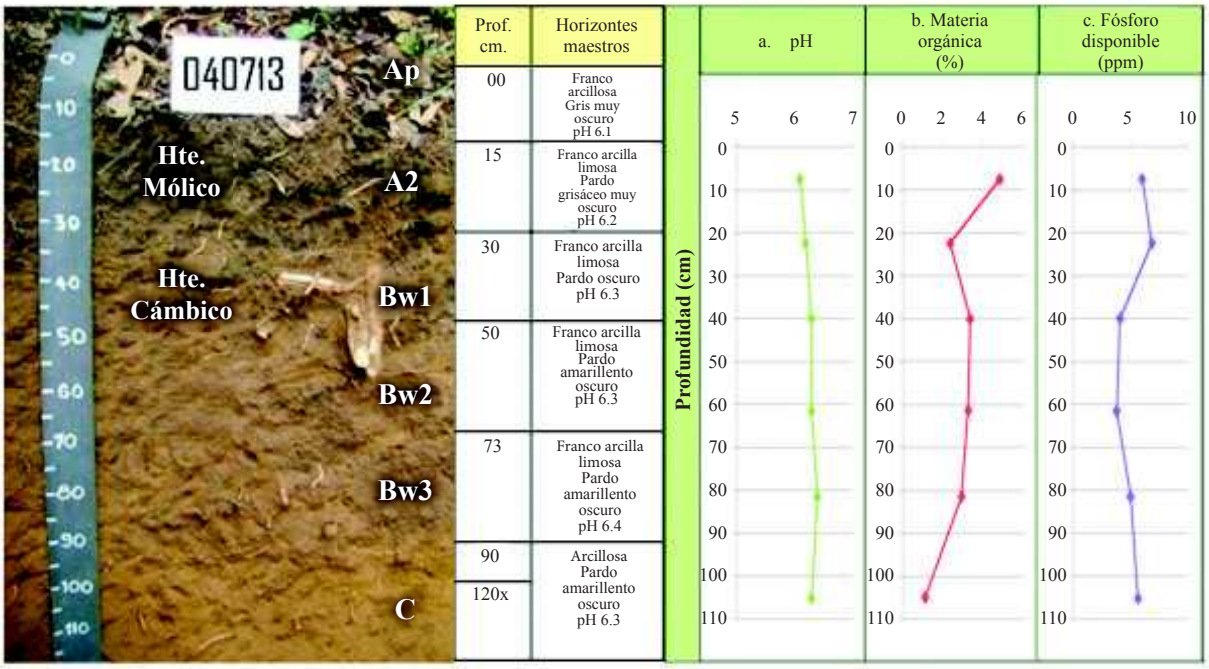


Figura 4.16. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 040713 de la Consociación Xepatán; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2009).

A). Descripción del perfil modal No. 040713

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040713 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 Sololá.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Xepatán
Símbolo		MJE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustands, familia medial, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Patzún
	Aldea	Xepatán
	Caserío, sector, sitio, finca	A 300 metros del camino Patzún – Xepatán
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 443076
		Latitud (Y): 1619909
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,437
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Piroclastos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,421 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,513 mm
	Temperatura promedio anual	12.0 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes 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
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Baja retención de humedad, pendientes moderadamente escarpadas y déficit de agua en época
Vegetación natural		Pino, ilamo, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		13-04-2009

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medianos, irregulares, discontinuos; muchas raíces medias y gruesas, vivas de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
15 - 30 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces medias y gruesas, vivas de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
15 - 30 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces medias y gruesas, vivas de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
30 – 50 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; 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, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces medias, vivas de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
50 – 73 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillo limosa 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 friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medianos, irregulares, discontinuos; pocas raíces finas y medias, vivas de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
73 – 90 cm Bw3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; 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, irregulares, discontinuos; pocas raíces finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
90 – 120x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arcillo 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; pocos poros gruesos, irregulares, discontinuos; pocas raíces finas, vivas de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y 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 040713

Cuadro 4.21. Resultados de los análisis físicos del perfil 040713

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	0.79	1.37	71.34	24.58				19.77	27.75	14.59	42.34
15 – 30	1.03	1.42	59.67	26.49				20.45	15.27	12.19	27.46
30 – 50	0.95	1.36	67.73	24.00				12.91	19.46	10.68	30.15

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 15	4.81
15 – 30	6.04
30 – 50	11.09

Cuadro 4.22. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040713

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	65.67	17.77	16.55	FA	FAr	3	6.1	2.52	4.79				6.02	7.59	Alta
15 – 30	59.98	18.04	21.96	FArA	FArL	5	6.2	1.22	2.32				6.86		
30 – 50	59.93	15.48	24.57	FArA	FArL	5	6.3	1.74	3.31				4.08		
50 – 73	65.67	16.45	17.87	FA	FArL	5	6.3	1.69	3.21				3.79		
73 – 90	59.23	19.65	21.11	FArA	FArL	5	6.4	1.52	2.89				5.01		
90 – 120	63.65	16.12	20.21	FArA	A	10	6.3	0.57	1.09				5.65		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 15	25.50	15.08	10.42	15.08	10.65	3.37	0.79	0.27		41.76	13.22	3.10	1.06	
15 – 30	26.50	14.31	12.19	14.31	9.67	3.28	1.08	0.28		36.49	12.38	4.08	1.06	
30 – 50	28.00	15.86	12.14	15.86	10.70	3.11	1.76	0.29		38.21	11.11	6.29	1.04	
50 – 73	36.00	16.27	19.73	16.27	10.78	3.08	2.06	0.35		29.94	8.56	5.72	0.97	
73 – 90	34.50	20.31	14.19	20.31	10.83	3.07	6.05	0.36		31.39	8.90	17.54	1.04	
90 – 120	23.00	12.76	10.24	12.76	8.35	2.23	1.80	0.37						

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 15	59.14	2.62	1.10	68.40	2.96	33.4			
15 – 30	54.00	3.38	0.63	70.60	4.01	48.7			
30 – 50	56.64	4.42	0.49	67.90	3.03	37.6	1.40	1.50	
50 – 73	45.19	3.54	0.53	64.70	1.62	36.5			
73 – 90	58.87	1.63	0.13	51.60	1.46				
90 – 120	55.47	1.73	0.16	47.10	2.28				

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.16, los suelos presentan un perfil de evolución moderada del tipo A-B-C. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, de color gris muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa y franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte B, se subdivide en Bw1, Bw2 y Bw3 de colores pardo oscuro a pardo amarillento oscuro; de textura franco arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C de color pardo amarillento oscuro, textura arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.21, la porosidad total es media en el primer y tercer horizonte y baja en el segundo, en ella predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja en el primero y segundo horizonte y baja en el tercero.

Según el Cuadro 4.22 y la Figura 4.16, la reacción del suelo es ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es media en el cuarto horizonte y alta en los demás, el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio, Magnesio y Potasio presentan valores altos. Los valores de Fósforo disponible son bajos. El suelo presenta valores moderados de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre presenta valores medios en los primeros horizontes y bajos en los últimos; el Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, de colores gris muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, con contenidos bajos de materia orgánica. Suelos de texturas moderadamente finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases de media a alta y reacción ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con las pendientes ligeramente escarpadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión ligera, presenta vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Zinc y Manganeso.

Necesitan riego en la época seca y por su textura fina, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, 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 MJEe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p, grupo de manejo VI p-4, tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

Para conocer los cultivos que se adaptan a estos suelos y ampliar 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 esta fase.

4.3.1.9 Consociación Miramar (orden Andisol): Typic Haplustands, familia medial, isomésica (SSS, 2006), perfil modal 040624. Símbolo MJF

Los suelos de esta unidad se encuentra a inmediaciones de los caseríos Panimaché II, Pasojoc y el paraje Culchich del municipio de San Andrés Semetabaj. Abarca una extensión de 327 hectáreas. Esta unidad cartográfica 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).

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 14.1 °C, precipitación anual media de 1,500 mm y una altitud media de 2,494 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 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.). De acuerdo con la Figura 4.17, la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes de ligeramente escarpadas (25-50%) a moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y relieve de filas y vigas.



Figura 4.17. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, en el municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: J. del Cid, 2010)

La unidad cartográfica está representada por un suelo Typic Haplustands, familia medial, isomésica (PM 040624) en un 90% del total del área, el 10% de la superficie está formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Miramar, presenta las siguientes fases:

- **MJFe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (60 ha).
- **MJFf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (267 ha).

En la Figura 4.18, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. En las páginas siguientes se hace una descripción completa del suelo en mención.

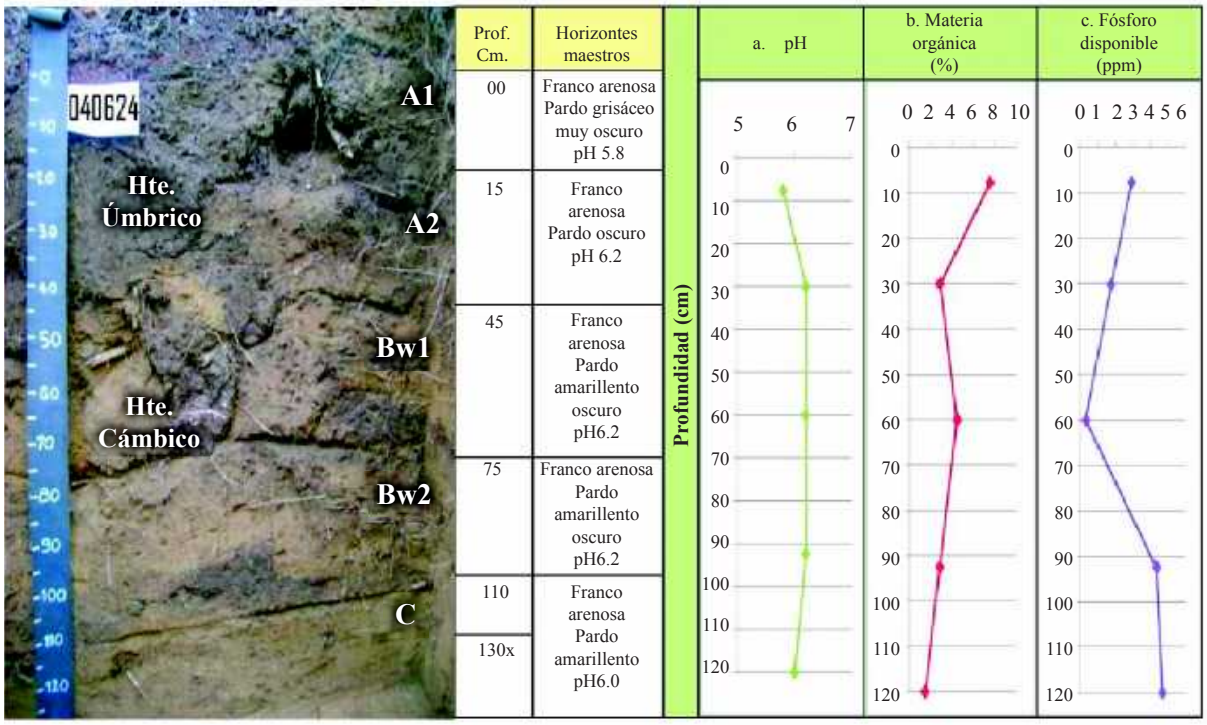


Figura 4.18. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 040624 de la Consociación Miramar; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2009).

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 (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 Sololá.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Miramar
Símbolo		MJF
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 piroclastos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,680 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,500 mm
	Temperatura promedio anual	14.0 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes 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, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Baja retención de humedad, pendientes moderadamente escarpadas, déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Ciprés, pino, encino
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 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 medianos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF; no hay al HCl y 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 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 medianos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF; no hay al HCl y 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 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 medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF; no hay al HCl y 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 y de laboratorio franco arenosa, poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas y muertas de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF; no hay al HCl y 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 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, medianos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas y muertas de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF; no hay al HCl y 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 4.23. 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 4.24. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040624

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	68.75	24.97	6.28	FA	FA		5.8	3.99	7.58				2.93		
15 – 45	63.81	26.02	10.17	FA	FA		6.2	1.50	2.85				1.77		
45 – 75	64.17	31.49	4.34	FA	FA	10	6.2	2.35	4.47				0.30	7.00	Alta
75 – 110	68.33	19.25	12.42	FA	FA	15	6.2	1.49	2.83				4.36		
110 – 130	69.01	16.15	14.84	FA	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	S.A.I.
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	
110 – 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 %
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			
110 – 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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.18, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, de tipo A - B - C; el horizonte A se subdivide en A1 y A2, de colores pardo grisáceo muy oscuro y pardo oscuro respectivamente, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El último es un horizonte C de color pardo amarillento, textura franco arenosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.23, la porosidad total es media en los dos primeros horizontes y muy alta en el tercero, predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.24 y la Figura 4.18, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y bajo en los siguientes.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos en el primer horizonte, medios en el segundo, tercero y cuarto y bajos valores en el último horizonte; el Potasio presenta valores medios

en el primer y tercer horizonte, alto en el segundo y bajo en los últimos dos; el Magnesio se presenta con valores medios. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores altos de retención fosfórica en el primer y tercer horizonte y medios en el segundo.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre, Zinc, Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada derivados de cenizas volcánicas. Presentan alta adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, con contenidos medios de materia orgánica en el primer horizonte y bajos en profundidad. Suelos de texturas medias, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción del suelo de moderada a ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son su posición en el relieve ya que se ubican en filas y vigas, en pendientes de ligeramente escarpadas a moderadamente escarpadas, con erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión ligera, poseen vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

La fase que presenta pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión ligera, es de vocación forestal y por lo tanto, es apta para implementar plantaciones forestales y manejo del bosque natural.

Con respecto a las tierras de vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta altos valores de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

Necesitan riego en la época seca y por su textura franca debe aplicarse láminas moderadas en volumen y aplicaciones moderadamente espaciadas en el tiempo por aspersión o goteo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En la fase de vocación forestal es necesario 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 al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomienda construir terrazas individuales; asimismo, es importante mantener el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda no remover la hojarasca en superficie y construir barreras vivas o muertas; así como incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Deben establecerse planes de control de incendios forestales.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de la UCS

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MJFe1 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MJFf1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-5, son tierras con vocación forestal.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada fase y 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.

4.3.1.10 Consociación María Tecún (orden Andisol): Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070107. Símbolo MJG

La unidad cartográfica se localiza a inmediaciones de los caseríos Patzij y Xecullil del municipio de Nahualá; caserío Paximbal del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; aldeas Barreneché, La Concordia y Pixabaj, los caseríos La Esperanza, María Tecún, Paquisís, San Buenaventura, San Juan Central y Xalamá; parajes Barberena Oyak y La Rinconada del municipio de Sololá; el caserío Chuiatzan del municipio de Santa Lucía Utatlán. Abarca una extensión es de 3,457 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.3 °C, precipitación anual media de 1,218 mm y una altitud media de 2,556 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 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 la Figura 4.19, la cobertura vegetal y uso de la tierra es agricultura y bosque mixto.





Figura 4.19. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observa el bosque mixto y áreas bajo cultivos en el municipio de Sololá (Foto: J. del Cid, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclastos consolidados (tobas), en pendientes 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 compuesta por el suelo Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (PM 070107) en un 80% y de Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética - arenosa, isomésica (PI 070519) en un 20% del total del área.

La Consociación María Tecún, presenta las siguientes fases:

- **MJGf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión moderada (2,167 ha).
- **MJGfp2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial y erosión moderada (963 ha).
- **MJGgp2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial y erosión moderada (327 ha).

La inclusión es un suelo Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética - arenosa, isomésica (PM 070519), se caracteriza por ser moderadamente superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión moderada. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

En la Figura 4.20, se presenta la morfología del perfil modal y la profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica, fósforo disponible. En las páginas siguientes se hace una descripción completa del suelo en mención.

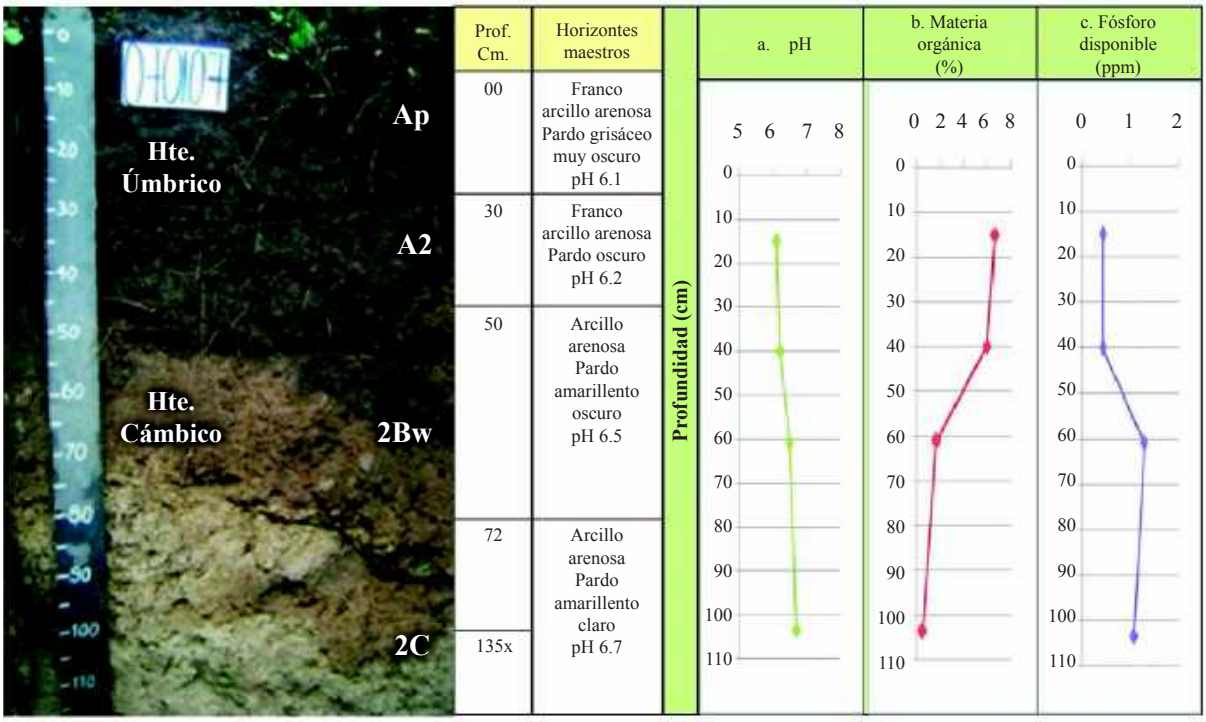


Figura 4.20. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 070107 de la Consociación María Tecún; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070107

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070107:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación María Tecún
Símbolo		MJG
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	Barberena Oyak
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 428182
		Latitud (Y): 1641548
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9369
	Línea de vuelo No.	444
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,460 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1, 126 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	15.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Medio a rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	72 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Maíz, repollo
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente moderadamente escarpada, erosión moderada, presencia de material compactado
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		20-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, 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 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
30 – 50 cm. A2	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 pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y 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 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
50 – 72 cm. 2Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual y ondulado.
72 – 135x cm. 2C	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y 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 070107

Cuadro 4.25. Resultados de los análisis físicos del perfil 070107

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	0.82	1.45	60.26	41.03				21.74	13.87	29.58	43.45
30-50	0.77	1.07	97.18	20.81				9.99	22.03	6.00	28.04
50-72	0.97	1.94	73.08	34.68				14.06	26.27	23.73	50.00

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	19.29			
30-50	10.82			
50-72	20.62			

Cuadro 4.26. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070107

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.
0-30	65.22	32.39	2.40	FA	FArA		6.1	3.52	6.69				0.43	7.55	Alta
30-50	39.36	55.91	4.73	FL	FArA		6.2	3.16	6.00				0.43		
50-72	36.51	49.54	13.94	F	ArA		6.5	0.88	1.67				1.29		
72-135	53.76	42.00	4.24	FA	ArA		6.7	0.24	0.46				1.07		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	46.14	10.38	35.76	10.38	8.82	1.10	0.40	0.06		19.11	2.39	0.87	0.12	
30-50	44.43	10.36	34.07	10.36	8.74	1.04	0.48	0.10		19.66	2.33	1.08	0.23	
50-72	30.76	10.73	20.03	10.73	8.57	1.25	0.74	0.17		27.85	4.07	2.41	0.54	
72-135	7.41	5.40	2.00	5.40	3.65	1.35	0.32	0.08		49.28	18.22	4.37	1.10	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-30	22.49	0.15	0.90	1.60	23.65	84.90	2.60	1.50	1.61
30-50	23.31	N.D.	0.75	4.75	38.40	45.60	2.40	1.50	1.67
50-72	34.87	0.95	0.70	31.75	23.30	16.60			
72-135	72.97	0.35	0.45	43.20	6.15				

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.20, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, de tipo A-B-C. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, de color pardo grisáceo muy oscuro y pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El tercer horizonte es 2Bw, de color pardo amarillento oscuro, de textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El cuarto es un horizonte 2C, de color pardo amarillento claro, textura arcillo arenosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.25, la porosidad total es media en el primer horizonte, baja en el segundo y alta en el tercero, domina la microporosidad sobre la macroporosidad en el primer horizonte y la macroporosidad sobre la microporosidad en los siguientes. La humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.26 y la Figura 4.20, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta hasta el tercer horizonte y baja en el último, la saturación de bases es baja a excepción del último horizonte que se evalúa como alta; el contenido de materia orgánica es medio en el primer y segundo horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos en el tercer horizonte y valores medios en los demás; el Calcio presenta valores altos en los primeros horizontes y desciende en el cuarto, el Magnesio presenta valores bajos. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores moderados de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos, el Hierro presenta valores bajos en los dos primeros horizontes y altos en profundidad, el Cobre y Zinc presentan bajos valores. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos minerales moderadamente superficiales, de colores pardos, con contenidos medios de materia orgánica en el primer horizonte y bajos en profundidad. Suelos de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad

de intercambio de cationes alta, saturación de bases de baja a alta y reacción del suelo de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen de temperatura edáfica isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en filas y vigas con pendientes de moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, pedregosidad superficial, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan vocación forestal y por lo tanto, son aptas para implementar actividades forestales tales como plantaciones forestales y manejo del bosque natural.

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

En la fase de vocación forestal es necesario 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 al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomienda construir terrazas individuales; asimismo, es importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda no remover la hojarasca en superficie y construir barreras vivas o muertas; así como incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Deben establecerse planes de control de incendios forestales.

Para la fase que posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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, las fases MJGf2 y MJGfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-5, son suelos con vocación forestal. La fase MJGgp2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de 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.

4.3.1.11 Consociación Cerro Paerá (orden Andisol) Dystric Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070510. Símbolo MJH

La Consociación Cerro Paerá se encuentra ubicada en inmediaciones del cerro Tzampual, la montaña Chuanimajuyup, del municipio de Nahualá; montaña Tolomac, en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; el paraje Loma de Paquisis, sector Los Loarcas del municipio de Sololá; el caserío Chuiatzan del municipio de Santa Lucía Utatlán. Abarca una extensión de 4,326 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 12.5 °C, precipitación anual media de 1,209 mm y una altitud media de 2,817 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo montano subtropical (bmh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: ciprés común (*Cupressus* lusitanica), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en la Figura 4.21 la cobertura vegetal y uso de la tierra es agricultura y bosque mixto.



Figura 4.21. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, en la fotografía se observan áreas con agricultura y relictos de bosque en el municipio de Nahualá (Foto: M. Tum, 2011)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas) en pendientes 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 compuesta por un suelo Dystric Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica (PM 070510) en un 70%, un suelo Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isomésica (PI 070512) en un 10% y un suelo Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (PI 070517) en un 10%, presenta afloramientos rocosos en un 10% del total del área. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación Cerro Paerá, presenta las siguientes fases:

- **MJHfr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera (531 ha).
- **MJHfr2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada (1,319 ha).
- **MJHgr1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera (120 ha).

- **MJHgr2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada (2,356 ha).

Las inclusiones de la Consociación está integrada por los siguientes suelos: la primera es el Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isomésica (perfil inclusión 070512), caracterizados por ser suelos profundos, con drenaje natural moderado, de texturas finas, saturación de bases es alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a neutro, moderada reacción al NaF, fertilidad natural media, con pendientes moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial localizada, erosión ligera; y la segunda inclusión corresponde a Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (perfil inclusión 070517), caracterizado por ser suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas finas, saturación de bases media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, moderada reacción al NaF, fertilidad natural muy alta, con pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada. (Ver detalles de las inclusiones en el anexo B).

En la Figura 4.22 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

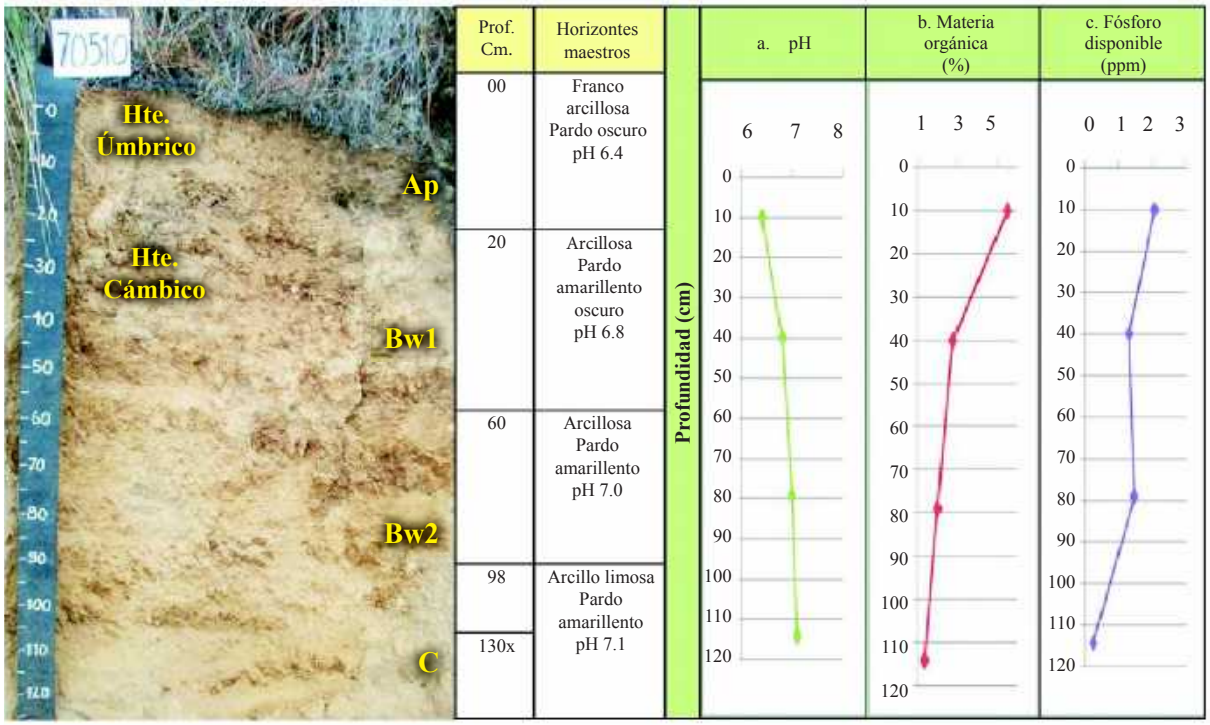


Figura 4.22. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el PM 070510 de la Consociación Cerro Paerá; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2011).

A). Descripción del perfil modal No. 070510

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070510:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Cerro Paerá
Símbolo	MJH

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerro Paerá
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 0409789
		Latitud (Y): 1642850
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2626
	Línea de vuelo No.	443
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,906 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,299 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	12.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Rápido
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	Poca
	Superficie cubierta	10%
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	Clase	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	Clase	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	Clase	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	Actual	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Trigo, haba, maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes fuertemente escarpadas, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		25-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos y finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
20 – 60 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos y finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, 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 gradual y plano.
60 – 98 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR3/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite difuso.
98 – 130x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra.

Observaciones: La descripción del perfil se hizo en época húmeda y la foto se tomó posteriormente en época seca, de ahí la mayor claridad del horizonte A.

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

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del PM 070510:

Cuadro 4.27. Resultados de los análisis físicos del perfil 070510

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	0.66	1.23	66.61	53.51				20.00	9.11	37.23	46.34
20-60	0.85	1.13	78.63	45.28				37.22	10.51	14.27	24.78

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	33.51			
20-60	8.06			

Cuadro 4.28. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070510

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	41.06	51.20	7.74	FL	FAr		6.4	2.91	5.53				2.07	6.68	Media
20-60	46.93	51.56	1.51	FL	Ar		6.8	1.46	2.78				1.31		
60-98	35.36	52.03	12.61	FL	Ar		7.0	1.06	2.01				1.47		
98-130	48.31	47.87	3.81	FA	ArL		7.1	0.72	1.36				0.26		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	15.50	4.77	10.73	4.63	1.31	1.67	1.43	0.23	0.14	8.45	10.75	9.20	1.49	2.9
20-60	9.00	3.12	5.88	3.04	1.16	0.81	0.83	0.23	0.08	12.92	8.99	9.28	2.60	2.6
60-98	13.00	5.31	7.69	5.20	1.84	1.94	0.99	0.43	0.11	14.18	14.93	7.63	3.30	2.1
98-130	17.00	12.36	4.64	12.25	6.60	2.90	2.40	0.35	0.11	38.82	17.05	14.12	2.09	0.89

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	29.88	0.94	0.20	28.61	4.34	75.90	2.10	1.40		
20-60	33.79	0.90	0.20	22.52	2.68	74.90	2.40	1.70		
60-98	40.03	0.84	0.20	14.92	9.84					
98-130	72.08	1.23	0.20	17.63	7.70					

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 química.

Cuadro 4.29. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil 070510

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	20-60	60-98
Cristobalita	Tr	Tr
Caolinita	-	-
Feldespatos	++	+
Intergrados 2:1 - 2:2	-	Tr
Haloisita	Tr	++
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	-	-
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	20-60	**60-98**
Anfiboles	2	6
Circón	2	Tr
Cuarzo	3	2
Feldespatos Plagioclasa	51	40
Feldespatos Potásicos		Tr
Opacos	15	18
Piroxenos	19	21
Productos de alteración	8	12
Vidrio volcánico	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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.22, los suelos presentan un perfil del tipo A–B–C de evolución moderada. El horizonte Ap es de color pardo oscuro, textura franco arcillosa, de estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el segundo es un horizonte Bw1 de color pardo amarillento oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercero es un horizonte Bw2 de color pardo amarillento, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el último es un horizonte C de color pardo amarillento, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.27, la porosidad total es alta en el primer horizonte y baja en el segundo, en ella predomina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y muy baja en el segundo.

Según el Cuadro 4.28 y la Figura 4.22, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es media, excepto el segundo horizonte que presenta niveles bajos, la saturación de bases es baja en los primeros dos horizontes, media en el tercero y alta en último, el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos, el Magnesio presenta valores medios; el Calcio presenta valores bajos en general salvo el último horizonte que presenta altos valores. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos en los primeros horizontes descendiendo a valores medios en profundidad; el Cobre y el Zinc presentan valores bajos, el Manganeso se presenta en cantidades bajas en los primeros dos horizontes y medios en los siguientes. Con base a los datos de laboratorio, la fertilidad del suelo es calificada como media.

De acuerdo con el Cuadro 4.29, la fracción arcillosa del suelo presenta la siguiente composición: material no cristalino se califica como dominante, los feldespatos se califican como comunes en el segundo horizonte y presentes en el tercero, la haloisita se califica como común en el tercero y presenta trazas en el segundo y cristobalita se califican como trazas.

Los minerales que existen dentro de la fracción arena son: feldespatos plagioclasas con porcentajes abundantes; los piroxenos y los opacos tienen calificación común (15-30%), los productos de alteración tiene calificación presente, mientras que los anfíboles, circón, cuarzo y vidrio volcánico se presentan en trazas (menos del 5%). La interpretación mineralógica del suelo permite establecer los siguientes aspectos: la abundancia de minerales alterables (plagioclasas, ferromagnesianos), se vincula con bajos grados de alteración de los piroclastos. La dominancia de materiales amorfos en la fracción arcilla, se produce por la alteración parcial de las plagioclasas y del vidrio volcánico.

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

Suelos minerales de evolución moderada derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, con contenidos medios de materia orgánica que disminuyen con la profundidad. Suelos de texturas finas, capacidad de intercambio de cationes media a baja, saturación de bases baja, reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelos ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Los suelos presentan temperaturas edáficas que corresponden a un régimen isomésico (entre 8 y 15.0°C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en filas y vigas con pendientes que van desde moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, afloramientos rocosos, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera y moderada, presentan vocación forestal, son aptas para plantaciones forestales y manejo del bosque natural.

Las fases con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), con presencia de afloramientos rocosos y erosión moderada, presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con vocación forestal se recomienda mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas implementando curvas de nivel y/o con pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En la fase con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados; reforestar con especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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, las fases MJHfr1 y MJHfr2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-5, son suelos con vocación forestal. Las fases MJHgr1 y MJHgr2 pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y protección de 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.

4.3.1.12 Consociación Monte Los Olivos (orden Andisol): Dystric Haplustands, familia medial, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070401. Símbolo MJI

Esta unidad cartográfica se localiza a inmediaciones de los caseríos Xeabaj, Pacamán, Ventana Abaj, del municipio de Nahualá; los caseríos Chuichimuch, Xesaquilac, cerro Chuichimuch, paraje Chaquijchoy en el municipio de San José Chacayá; la aldea Xepiacul, el caserío Simajutiu, Tzamchaj, el paraje montaña Pachiyut, del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; los caseríos San Cristóbal Buena Vista, Tzanjucup, Tzantinamit, los parajes Chuicruz, Xepec del municipio de Santa Lucía Utatlán; los caseríos El Mirador, Xaquijyá del municipio de Sololá; el caserío Pajomil del municipio de San Marcos La Laguna; Finca Las Delicias del municipio de Santa Clara La Laguna; el caserío La Cumbre en el municipio de Santa Cruz La Laguna; caserío Xiprián del municipio de Santa María Visitación. Abarca una extensión de 3,187 hectáreas.



Figura 4.23. Lomas en paisaje de montaña volcano-erosional, cubiertas con bosque mixto y gramas naturales en el municipio de Santa Lucía Utatlán (Foto: C. García, 2010)

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 12.9 °C, precipitación anual media de 1,313 mm y una altitud media de 2,441 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 principales especies indicadoras son: ciprés común (*Cupressus lusitanica*), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en la Figura 4.23, la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto y agricultura.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de lomas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Dystric Haplustands, familia medial, isomésica (PM 070401) en un 80% y suelos del tipo Dystric Haplustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica (PI 041402) en un 20% del total del área.

La Consociación Monte Los Olivos, presenta las siguientes fases:

- **MJId2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (487 ha).
- **MJIe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (2,296 ha).
- **MJIep2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (404 ha).

La inclusión de la Consociación corresponde a un suelo Dystric Haplustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica (PI 041402), son suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fuerte reacción al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente escarpadas y erosión ligera (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

En la Figura 4.24, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

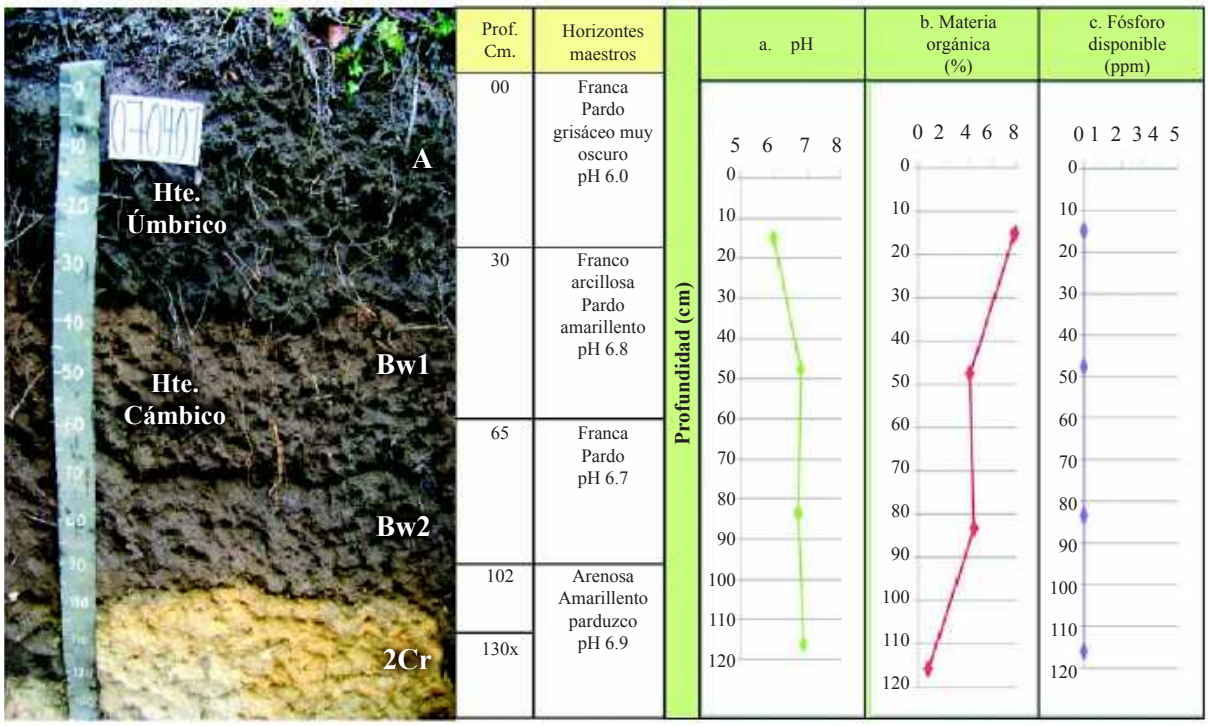


Figura 4.24. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 070401 de la Consociación Monte Los Olivos; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070401

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070401:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Monte Los Olivos
Símbolo		MJI
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Lucía Utatlán
	Aldea	Buena Vista
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerca de la iglesia Monte de los Olivos
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 413871
		Latitud (Y): 1632672
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2355
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,542 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,512 mm.
	Temperatura promedio anual	12.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Interno**	Ústico
	Externo	Isomésico
	Natural	15.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Pedregosidad superficial	Tipo	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-

Nivel freático	Clase	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	Clase	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	Clase	Profunda
	Profundidad	102 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	Actual	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, ilamo y encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		20-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente 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 ondulado.
30 – 65 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; 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.
65 – 102 cm. Bw2	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
102 – 130x cm. 2Cr	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/8); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (40%) y frecuente pómez (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; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni 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 070401:

Cuadro 4.30. Resultados de los análisis físicos del perfil 070401

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	0.82	1.21	98.62	51.49				11.54	15.40	16.83	32.23
30-65	0.62	1.56	158.8	87.10				26.44	27.21	33.05	60.26

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	39.95			
30-65	60.66			

Cuadro 4.31. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070401

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.
0-30	47.62	51.60	0.79	FL	F		6.0	4.14	7.87				N.D	7.41	Alta
30-65	54.22	44.92	0.87	FA	FAr		6.8	2.22	4.22				N.D		
65-102	54.50	43.12	2.38	FA	F		6.7	2.40	4.56				N.D		
102-130	52.08	43.33	4.60	FA	A	60	6.9	0.42	0.80				N.D		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	39.30	5.55	33.75	5.55	3.14	0.72	1.61	0.08		7.99	1.84	4.09	0.20	
30-65	46.14	14.45	31.69	14.45	11.59	0.62	1.91	0.33		25.12	1.34	4.15	0.72	
65-102	43.29	15.00	28.30	15.00	12.03	0.88	1.81	0.27		27.79	2.03	4.18	0.64	
102-130	23.92	5.54	18.38	5.54	4.05	0.43	0.84	0.22		16.95	1.79	3.51	0.93	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	14.12	N.D	0.95	4.15	49.65	86.70	2.40	1.60
30-65	31.32	0.05	0.35	4.30	30.45	83.00	3.00	2.50
65-102	34.64	0.20	0.70	4.60	14.15			
102-130	23.17	N.D	0.85	4.50	7.45			

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.24, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, de tipo A–B–C. El primer horizonte es un A de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, de color pardo amarillento y pardo, texturas franco arcillosa y franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El último es un horizonte 2Cr de color amarillo pardusco, textura arenosa, abundante gravilla y frecuente pómez, sin estructura (grano suelto), consistencia suelta.

Como se observa en el Cuadro 4.30, la porosidad total es media para el primer horizonte y muy alta en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y muy alta en el segundo.

Según el Cuadro 4.31 y la Figura 4.24, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es baja; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos en todo el perfil, el Calcio presenta valores medios en el primer y cuarto horizonte, altos en el segundo y tercero; el Magnesio presenta valores bajos; presenta valores altos de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos; el Cobre, Zinc y Hierro presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada derivados de cenizas volcánicas. Presentan alta adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos minerales profundos, de color pardo grisáceo muy oscuro, con contenidos medios de materia orgánica y bajos en profundidad. Suelos de texturas moderadamente finas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción de moderadamente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Régimen de temperatura edáfica isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con las pendientes que van desde fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, pedregosidad superficial, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión moderada, es de vocación agrícola y por lo tanto, es apta para implementar cultivos agrícolas tanto anuales como perennes.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) pedregosidad superficial en algunas áreas y erosión moderada, presentan vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Para los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar, si es necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual deben realizarse 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad en ambas fases, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores altos de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Hierro y Zinc.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de la UCS

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MJId2, pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, posee vocación agrícola. Las fases MJIe2 y MJIep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, 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.

4.3.1.13 Consociación Alaska (orden Andisol) Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070502. Símbolo MJJ

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de la aldea Chirijox, el caserío Chopop Abac, el paraje Cumbre de Nahualá (Alaska), la cabecera municipal Nueva Santa Catarina Ixtahuacán y la sierra Parraxquim del municipio de Nahualá; el caserío Puchutiquin del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; el caserío San Juan del municipio de Sololá. Abarca una extensión de 2,425 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 12.1 °C, precipitación anual media de 1,206 mm y una altitud media de 2,922 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 principales especies indicadoras son: ciprés común (*Cupressus lusitanica*), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). Según la Figura 4.25 el uso de la tierra es agrícola con cultivos de granos básicos.



Figura 4.25. Lomas en paisaje de montaña volcano-erosional, se observa áreas con agricultura y pastos naturales (Foto: D. López, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje de montaña de volcano-erosional y relieve de lomas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (PM 070502) en un 90% y un suelo Typic Ustorthents, familia fina, superactiva, no ácida, isomésica (PI 070501) en un 10% del total del área. (Ver anexo B).

La Consociación Alaska, presenta las siguientes fases:

- **MJJb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (459 ha).
- **MJJd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (297 ha).
- **MJJe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (165 ha).
- **MJJe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (1,504 ha).

La inclusión de la Consociación corresponde al suelo Typic Ustorthents, familia fina, superactiva, no ácida, isomésica (PI 070501), caracterizados por ser suelos muy superficiales, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente gruesas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, reacción moderada a fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

En la Figura 4.26 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

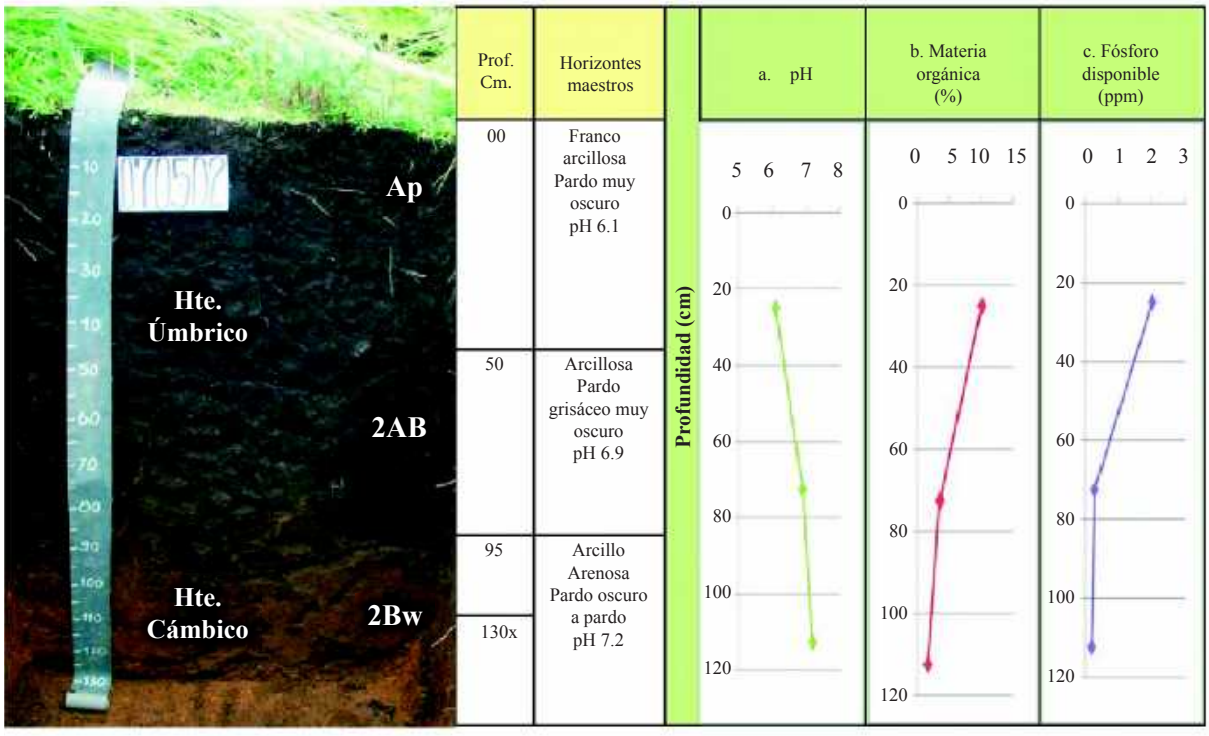


Figura 4.26. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el PM 070502 de la Consociación Alaska; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica, el fósforo disponible a través del perfil (Foto: D. López, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070502

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070502:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Alaska
Símbolo		MJJ
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cumbre de Nahualá (Alaska)
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 406611
		Latitud (Y):1641422
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2696
	Línea de vuelo No.	444
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Loma
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		3,022 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,238 mm.
	Temperatura promedio anual	11.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	13.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		No hay
Describió		Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		23-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 50 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, irregulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente 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 ondulado.
50 – 95 cm. 2AB	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, 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 tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y ondulado.
95 – 130 cm. 2Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra.

Cuadro 32. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 070502

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
0-50	0.92	1.19	92.76	53.23				22.07	9.67	13.02	22.69
50-95	0.50	1.29	58.38	51.43				18.8	7.29	53.95	61.24

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-50	31.16			
50-95	32.63			

Cuadro 33. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 070502

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.
0-50	47.18	51.26	1.56	FL	FAr	3	6.1	5.31	10.09				2.01		
50-95	58.04	35.73	6.23	FA	Ar	3	6.9	1.87	3.56				0.28	7.83	Alta
95-130	51.98	44.32	3.70	FA	ArA	5	7.2	0.85	1.62				0.20		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-50	32.00	10.40	21.60	10.35	9.12	0.64	0.36	0.24	0.05	28.50	2.00	1.11	0.74	0.48
50-95	32.50	10.57	21.93	10.54	9.20	0.82	0.27	0.25	0.03	28.31	2.53	0.82	0.77	0.28
95-130	22.50	10.12	12.38	10.08	7.68	0.77	1.24	0.38	0.04	34.12	3.43	5.53	1.71	0.40

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-50	32.35	0.34	0.20	17.23	1.00	78.70	2.70	1.30		1.50
50-95	32.43	0.24	0.20	15.56	1.00	44.30	3.90	1.40		1.61
95-130	44.78	0.66	0.20	29.43	1.00					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.26 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, de tipo A–B. El horizonte Ap, es de color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El segundo es un horizonte de transición de tipo 2AB, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2Bw es de color pardo oscuro a pardo, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.32, la porosidad total es baja en el primer horizonte y muy alta en el segundo, en ella predomina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 4.33 y la Figura 4.26, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases varía de baja a media, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos, el Potasio presenta valores medios en el primero y segundo horizonte y altos en el tercero; el Magnesio presenta valores bajos. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores moderados de retención fosfórica.

Con referencia a los elementos menores, el Hierro presenta valores medios; el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, de color pardo oscuro, con altos contenidos de materia orgánica en el primer horizonte y bajo en profundidad. Suelos de texturas moderadamente finas sobre finas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases de baja a media, la reacción del suelo es de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas que corresponden a un régimen isomésico (entre 8 y 15.0°C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son las pendientes que poseen que van de ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas y ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos, que posee pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y erosión ligera, posee vocación agrícola y por lo tanto, es apta para el establecimiento de cultivos intensivos y ganadería semi-intensiva.

La fase de estos suelos, que posee pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión moderada, presenta vocación agrícola y por lo tanto, es apta para implementar cultivos agrícolas tanto anuales como perennes y ganadería semi-intensiva.
Las fases que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera y moderada, presentan vocación agroforestal y son aptas para el establecimiento de sistemas agroforestales de producción y sistemas silvopastoriles extensivos.

Para las fases con vocación agrícola se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Para evitar la destrucción de la estructura se recomienda un laboreo mínimo y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizarse la erosión eólica. Las actividades de ganadería deben realizarse en forma semi-intensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad y para todas las fases, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas deben aplicarse láminas mayores en volumen y aplicaciones moderadamente espaciadas 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 MJJb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-4, posee vocación agrícola. La fase MJJd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, posee vocación agrícola. Las fases MJJe1 y MJJe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, son tierras que 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.

4.3.1.14 Consociación Xajaxac (orden Andisol): Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070105. Símbolo MJK

Los suelos de la Consociación se encuentran ubicados en los caseríos Choacorral, El Rancho, La Fe IV, La Fe Sector I, La Fe Sector III, Sacbichol, San Francisco, San Juan Vista Hermosa y el Sector II Panujil II y a inmediaciones del cantón Xajacac del municipio de Sololá; Sierra Parraxquím del municipio de Nahualá. Abarca una extensión de 1,459 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.9 °C, precipitación anual media de 1,206 mm y una altitud media de 2,582 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 principales especies indicadoras son: ciprés común (*Cupressus lusitanica*), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en la Figura 4.27, la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto y agricultura.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), sobre pendientes ligeramente escarpadas (25-50%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de lomas.



La unidad cartográfica está representada por un suelo Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (PM 070105) en un 90% del total del área, el 10% de la superficie está formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Xajaxac, presenta la siguiente fase:

- **MJKe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (1,459 ha).



Figura 4.27. Lomas en paisaje de montaña volcano-erosional, cubiertas con bosque mixto y agricultura (Foto: R. Pacheco, 2010)

En la Figura 4.28, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. En las páginas siguientes se hace una descripción completa del suelo en mención.

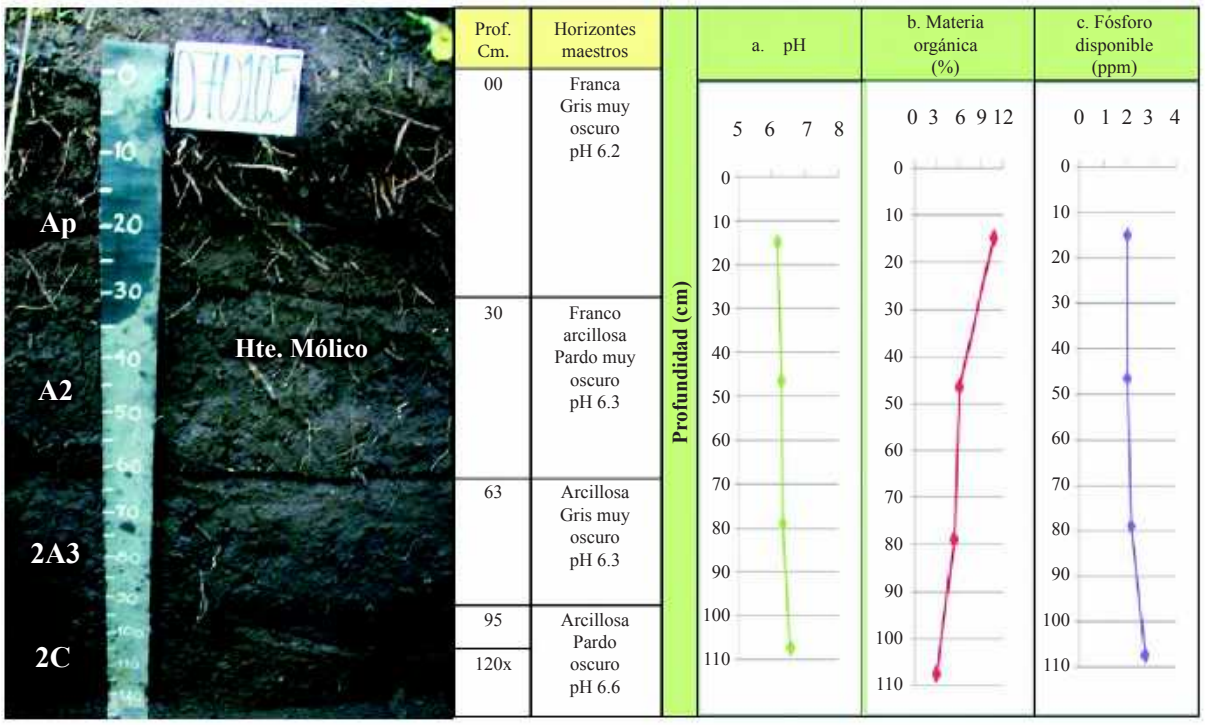


Figura 4.28. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 070105 de la Consociación Xajaxac; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070105

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070105:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Xajaxac
Símbolo		MJK
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cantón Xajaxac
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 428844
		Latitud (Y): 1640803
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9369
	Línea de vuelo No.	444
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,624 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,159 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	15.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	95 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		20-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, 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 6.2, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
30 – 63 cm. A2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
63 – 95 cm. 2A3	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, discontinuos; 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
95 – 120x cm. 2C	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada 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 070105:

Cuadro 4.34. Resultados de los análisis físicos del perfil 070105

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	0.57	1.52	88.00	58.95				29.36	20.63	41.87	62.50
30-63	0.61	1.17	106.00	60.55				31.78	20.52	27.34	47.86

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	29.59			
30-63	28.77			

Cuadro 4.35. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070105

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.
0-30	52.26	43.16	4.58	FA	F		6.2	5.62	10.68				1.97	8.52	Muy Alta
30-63	56.11	39.25	4.64	FA	FAr		6.3	3.22	6.12				1.97		
63-95	46.05	42.85	11.10	F	Ar		6.3	2.80	5.32				2.15		
95-120	44.69	45.25	10.06	F	Ar		6.6	1.54	2.93				2.72		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	36.46	21.52	14.93	21.52	16.07	2.14	3.29	0.02		44.09	5.87	9.03	0.05	
30-63	42.72	17.78	24.94	17.78	13.23	1.40	3.04	0.11		30.96	3.27	7.11	0.26	
63-95	26.77	15.62	11.15	15.62	13.97	0.00	1.45	0.19		52.19	0.00	5.42	0.72	
95-120	41.58	12.61	28.97	12.61	9.93	1.48	0.99	0.21		23.87	3.56	2.39	0.52	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	59.04	N.D	1.15	3.85	23.85	78.60	3.20	1.80		1.60
30-63	41.61	0.25	0.95	7.15	18.65	20.70	2.20	2.40		1.63
63-95	58.34	0.10	0.95	6.40	19.05					1.46
95-120	30.33	1.00	1.70	14.15	21.35					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.28, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – C. El primero es un horizonte Ap de color gris muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; seguido por un A2 de color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2A3, es de color gris muy oscuro, textura

arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia friable. El horizonte 2C, se caracteriza por presentar un color pardo oscuro, de textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.34, la porosidad total es muy alta para el primer horizonte y alta en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es media.

Según el Cuadro 4.35 y la Figura 4.28, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es alta en el primero y tercer horizonte, media en el segundo y baja en el cuarto. El contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte, medio en los dos siguientes y bajo en el cuarto.

Con referencia a los cationes el Potasio y el Calcio presentan valores altos; el Magnesio presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores de retención fosfórica medios en el primer horizonte y bajos en el segundo.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso presentan valores altos; el Cobre, Zinc y Hierro presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es muy alta.

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

Suelos minerales derivados de cenizas volcánicas de evolución moderada. Presentan media retención de fosfatos. Suelos moderadamente profundos, de colores gris muy oscuro y pardo muy oscuro, con contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte y desciende en profundidad. Suelos de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases de alta a baja y reacción ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Régimen de temperatura edáfica isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con las pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Por las pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión moderada, estos suelos presentan vocación agroforestal y son aptos para el establecimiento de sistemas agroforestales con cultivos perennes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Es importante conservar y en lo posible incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, para ello se recomienda adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Hierro, Cobre y Zinc. Las actividades silvopastoriles deben

realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas sobre finas debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de la UCS

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MJKe2 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, son tierras con vocación agroforestal y silvopastoril.

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.

4.3.1.15 Consociación Buena Vista (orden Andisol): Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070402. Símbolo MJL

Los suelos de la Consociación Buena Vista se encuentran ubicados a inmediaciones del caserío La Mesita, del municipio de Nahualá; caserío Panimaché Chiquito del municipio de San Andrés Semetabaj; caserío Chaquijchoy, María Linda, del municipio de San José Chacayá; caserío Chuisacabaj, del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; finca Las Delicias en el municipio de Santa Clara La Laguna; cabecera municipal Santa Lucia Utatlán, caseríos San Cristóbal Buena Vista y Paxocam, parajes Chuimachá, Vista Hermosa del municipio de Santa Lucía Utatlán; caserío Xiprián del municipio de Santa María Visitación; aldea Los Encuentros, caseríos El Progreso, El Triunfo, Xibalbay, cantón El Rosario, cooperativa Chaquiyá sector Tzorín municipio de Sololá. Abarca una extensión de 1,433 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.3 °C, precipitación anual media de 1,271 mm y una altitud media de 2,462 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 principales especies indicadoras son: ciprés común (*Cupressus lusitanica*), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (*P.* pseudostrobus), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en la Figura 4.29, la cobertura vegetal y uso de la tierra es agricultura y bosque mixto.



Los suelos 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%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de glacís.



Figura 4.29. Glacís en paisaje de montaña volcano-erosional, en la panorámica se muestra el cultivo de maíz en primer plano y en la parte posterior el bosque mixto (Foto: C. García, 2010)

La unidad cartográfica está representada por el suelo Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica (PM 070402) en un 80%, la inclusión de esta unidad está representada por el suelo Dystric Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica (PI 070511) en un 20% del total del área.

La Consociación Buena Vista, presenta las siguientes fases:

- **MJLb2:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión moderada (19 ha).
- **MJLc2:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión moderada (58 ha).
- **MJLd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (244 ha).
- **MJLd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (555 ha).
- **MJLdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (129 ha).
- **MJLdp2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), poca pedregosidad superficial, erosión moderada (269 ha).
- **MJLe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (60 ha).
- **MJLe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (99 ha).

La inclusión de la Consociación corresponde a un suelo Dystric Haplustands, familia medial, amórfica, isomésica (PI 070511), estos son suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de alta a media y alta capacidad de intercambio de cationes, reacción de ligeramente ácida a neutra, fertilidad natural alta, erosión ligera. (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

A continuación se presenta la Figura 4.30 donde se muestra el comportamiento de los materiales identificados dentro del perfil modal, así como colores, profundidades, tipos de horizontes; las gráficas de pH, materia orgánica y fósforo disponible. En las páginas siguientes se hace una descripción completa del suelo en mención.

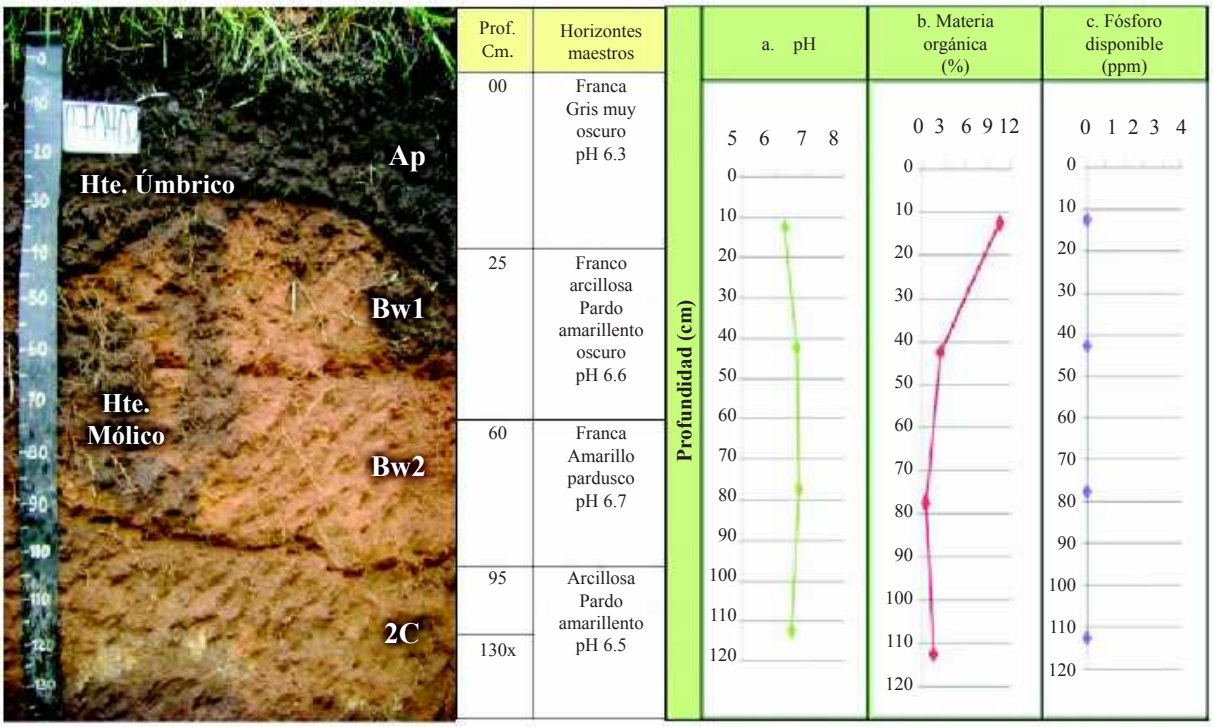


Figura 4.30. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 070402 de la Consociación Buena Vista; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070402

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070402:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Buena Vista
Símbolo		MJL
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Lucía Utatlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Buena Vista
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 413783
		Latitud (Y): 1631813
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2289
	Línea de vuelo No.	447
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado

Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		2,590 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,487 mm.
	Temperatura promedio anual	12.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	15 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, ilamo, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		20-08-2010

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 arenosa; poca gravilla (3%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
25 – 60 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y ondulado.
60 – 95 cm. Bw2	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
95 – 130x cm. 2C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, medianos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay 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 de laboratorio del perfil 070402:

Cuadro 4.36 Resultados de los análisis físicos del perfil 070402

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	0.58	1.44	120.0	66.30				15.93	26.73	33.00	59.72
25-60	1.27	1.95	77.32	51.11				20.29	11.82	23.05	34.87

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	50.37			
25-60	30.82			

Cuadro 4.37 Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070402

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	48.44	49.21	2.35	FA	F	3	6.3	5.52	10.49				N.D.	7.83	Alta
25-60	53.86	43.84	2.30	FA	FAr	3	6.6	1.32	2.51				N.D.		
60-95	56.86	40.77	2.37	FA	F	10	6.7	0.30	0.57				N.D.		
95-130	55.32	42.35	2.33	FA	Ar	15	6.5	0.84	1.60				N.D.		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	45.00	13.00	32.00	13.00	9.88	1.37	1.45	0.30		21.94	3.04	3.23	0.67	
25-60	36.46	6.64	29.82	6.64	3.20	0.72	2.63	0.09		8.76	1.98	7.21	0.25	
60-95	22.79	6.29	16.50	6.29	3.96	0.19	1.86	0.27		17.37	0.85	8.17	1.20	
95-130	27.34	6.58	20.76	6.58	4.65	0.38	1.40	0.16		17.00	1.38	5.12	0.58	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-25	28.89	N.D.	0.90	3.05	32.60	82.10	3.40	1.50
25-60	18.20	N.D.	0.25	5.20	8.05	86.60	3.70	1.60
60-95	27.59	N.D.	0.55	8.60	8.70			
95-130	24.08	N.D.	0.55	3.85	12.20			

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.30, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. El primer horizonte es un Ap, de color gris muy oscuro, textura franca, estructura granular, consistencia friable. El horizonte B, se subdivide en Bw1 y Bw2, de colores pardo amarillento oscuro y amarillo pardusco, texturas franco arcillosa y franca respectivamente, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El último horizonte es 2C, de color pardo amarillento, textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.36, la porosidad total es alta en el primer horizonte y media en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es muy alta en el primer horizonte y alta en el segundo.

Según el Cuadro 4.37 y la Figura 4.30, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es baja; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos, el Calcio presenta valores altos en el primer horizonte y medios en los siguientes, el Magnesio presenta valores bajos. Presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos en el primero y cuarto horizonte, medios en los demás; el Hierro y Zinc presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada provenientes de cenizas volcánicas. Suelos profundos de moderada retención de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos de color gris muy oscuro, con contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte y bajos en profundidad, texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo

ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Régimen de temperatura edáfica isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con pendientes de ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas, pedregosidad superficial, erosión de ligera a moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), con erosión moderada, son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes. Asimismo, la fase que presenta pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión ligera y las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión moderada, son también de vocación agrícola.

Las fases que presentan pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera a moderada, son de vocación agroforestal, por lo que son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos y aumentar la intensidad de las mismas con base al aumento de la pendiente; las prácticas recomendadas son sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar, si es necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad y para todas las fases, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Hierro y Zinc.

Necesitan riego en la época seca y por su textura moderadamente fina, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de la UCS

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MJLb2 y MJLc2 pertenecen a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-2; la fase MJLd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-5; las fases MJLd2 y MJLdp2 pertenecen a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, son tierras que poseen vocación agrícola.

Las fases MJLe1 y MJLe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4; la fase MJLdp1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-4, 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.

4.3.1.16 Grupo Indiferenciado Río Pixabaj (orden Andisol): Vitric Haplustands, familia medial sobre esquelética-ceniza, isomésica, perfil modal 070112 y Dystric Haplustands, familia medial, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070113. Símbolo MJM

Este grupo indiferenciado se ubica a inmediaciones del caserío San Buenaventura y Sacbichol del municipio de Sololá. Abarca una extensión de 265 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.8 °C, precipitación anual media de 1,197 mm y una altitud media de 2,492 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 principales especies indicadoras son: ciprés común (*Cupressus lusitanica*), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (P. *pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en la Figura 4.31, la principal cobertura vegetal es bosque de coníferas con pequeñas áreas para la agricultura.

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de cañones y cañadas.



Figura 4.31. Cañones y cañadas en paisaje de montaña volcano-erosional, se muestra el tipo de vegetación presenta en el área (Foto: C. García, 2010)

La unidad cartográfica está representada por el suelo Vitric Haplustands, familia medial sobre esquelética - ceniza, isomésica (PM 070112) en un 60% y por el suelo Dystric Haplustands, familia medial, isomésica (PM 070113) en un 40% del total del área.

El grupo indiferenciado Río Pixabaj, presenta la siguiente fase:

- **MJMf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (265 ha).

  - ***Vitric Haplustands, familia medial sobre esquelética - ceniza, isomésica, perfil modal 070112***

En la Figura 4.32, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

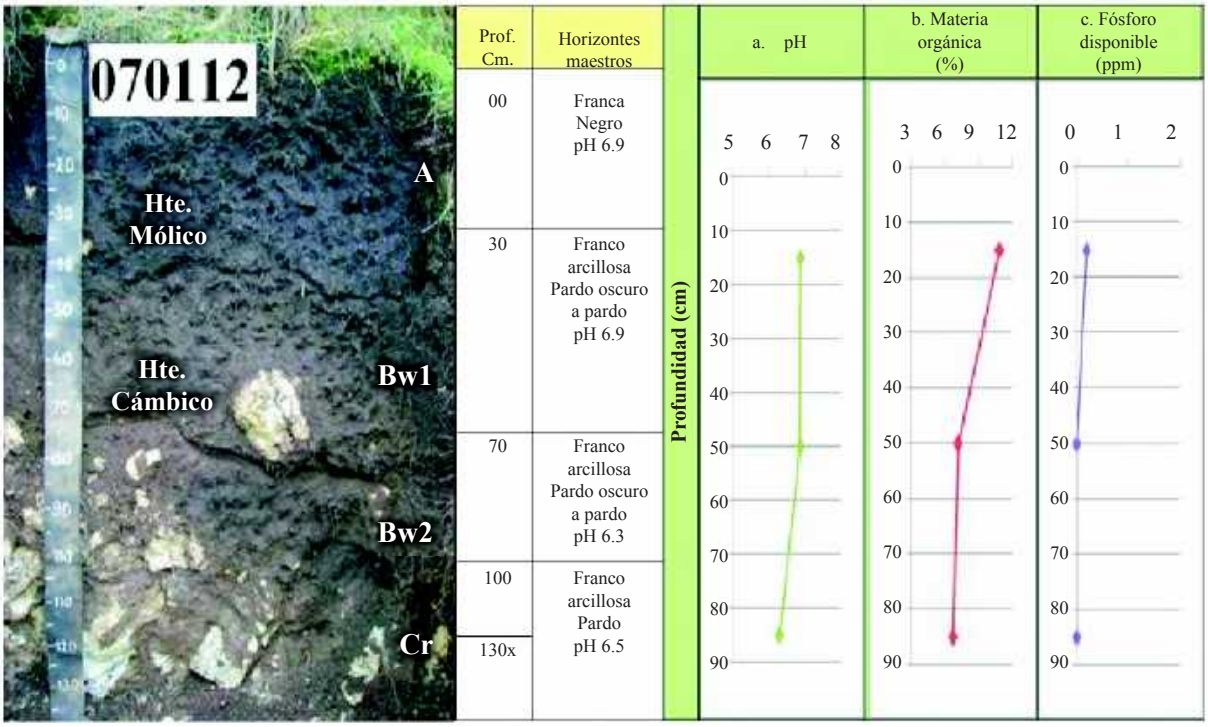


Figura 4.32. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 070112 del grupo indiferenciado Río Pixabaj; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070112

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070112:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Río Pixabaj
Símbolo		MJM
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitric Haplustands, familia medial sobre esquelética - ceniza, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	San Buenaventura
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 428123
		Latitud (Y): 1645061
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2545
	Línea de vuelo No.	445
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,565 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 -75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,152 mm.
	Temperatura promedio anual	12.8 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	15.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	100 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes moderadamente escarpadas y erosión severa
Vegetación natural		Pino, ciprés, pajonales
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		18-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. A	Color en húmedo negro (7.5YR2.5/1); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos, irregulares, discontinuos; muchas 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 claro e irregular.
30 – 70 cm. Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/3); 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 friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos, irregulares, discontinuos; 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 6.9, reacción neutra; límite claro e irregular.
70 – 100 cm. Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%) y abundante piedra (35%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro e irregular.
100 – 130x cm. Cr	Color en húmedo pardo (7.5YR5/4); textura de campo franco arcillosa; poca gravilla (5%) y extremadamente abundante piedra (80%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, medianos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay 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 070112:

Cuadro 4.38. Resultados de los análisis físicos del perfil 070112

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	0.80	1.09	104.35	65.43				24.37	9.92	16.68	26.61
30-70	0.78	1.39	104.65	60.64				5.98	18.43	25.45	43.88

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	41.06			
30-70	54.66			

Cuadro 4.39. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070112

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.
0-30	46.09	53.10	0.81	FL	F		6.9	5.72	10.87				0.20		
30-70	48.97	47.87	3.16	FA	FAr	5	6.9	3.80	7.22				N.D.	7.23	Alta
70-100	40.72	56.17	3.11	FL	FAr	40	6.3	3.56	6.76				N.D.		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	40.44	21.14	19.31	21.14	7.07	13.79	0.19	0.09		17.48	34.09	0.48	0.21	
30-70	44.43	22.17	22.26	22.17	8.37	13.46	0.15	0.19		18.84	30.29	0.35	0.42	
70-100	47.85	24.43	23.42	24.43	8.94	14.45	0.92	0.13		18.68	30.19	1.92	0.27	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	52.26	N.D.	1.05	2.45	16.45	86.70	2.60	2.10
30-70	49.90	0.25	1.20	3.70	18.00	18.50	2.30	2.00
70-100	51.06	N.D.	1.45	3.15	22.90			

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 química.

- ***Dystric Haplustands, familia medial, isomésica, perfil modal 070113***

En la Figura 4.33, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. En páginas posteriores se lleva a cabo una descripción completa del suelo en mención.

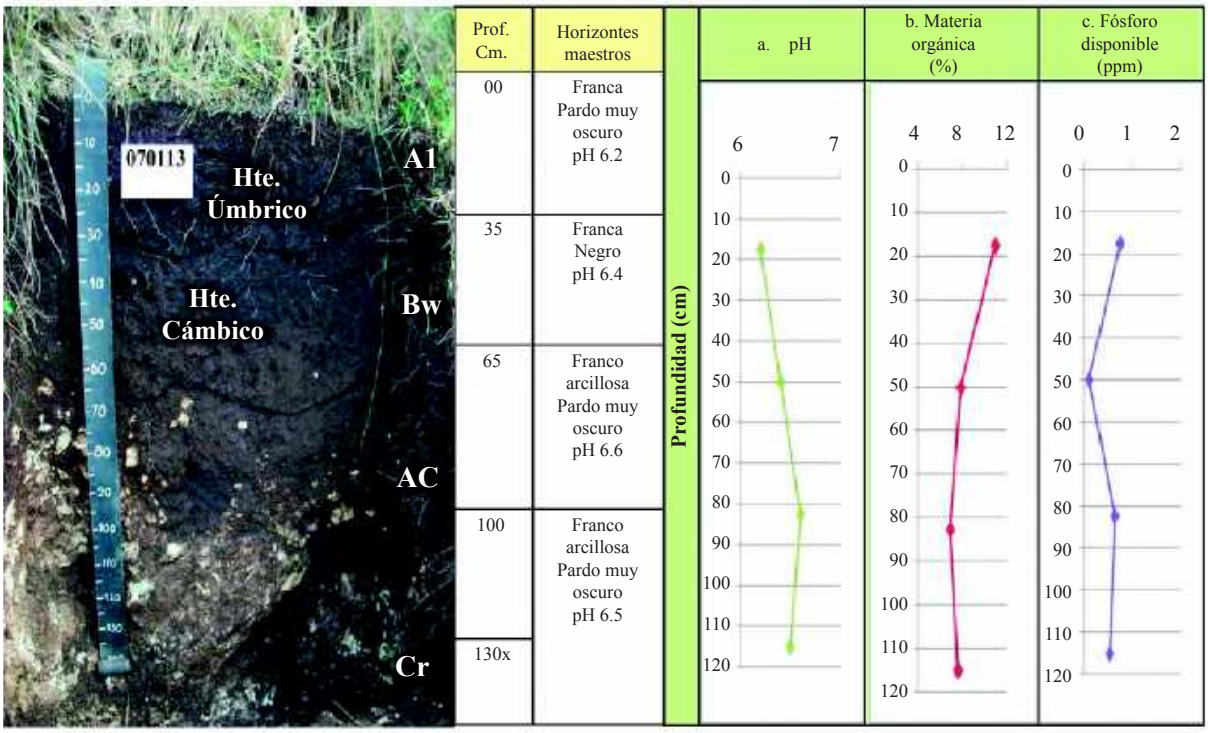


Figura 4.33. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 070113 del grupo indiferenciado Río Pixabaj; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: D. López, 2010)

C). Descripción del perfil modal No. 070113

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070113

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Río Pixabaj
Símbolo		MJM
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Inmediaciones de Los Encuentros
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 430390
		Latitud (Y): 1641403
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2544
	Línea de vuelo No.	445
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,691 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 a 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,200 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	13.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Poca
	Superficie cubierta	3 %.
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Poca
	Superficie cubierta	3 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	100 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa
Vegetación natural		Bosque de coníferas y pajonales
Describió		Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		19-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 35 cm. A1	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (3%), subredondeada, 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, finos y medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite gradual y ondulado.
35 – 65 cm. Bw	Color en húmedo negro (7.5YR2.5/1); textura de campo franca 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, finos y medianos, irregulares, 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 6.4, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
65 – 100 cm. AC	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla y piedra (20%), subredondeada, 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 y medianos, tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite difuso.
100 – 130x cm. Cr	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; extremadamente abundante piedra (80%), subredondeada; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.

D). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070113:

Cuadro 4.40. Resultados de los análisis físicos del perfil 070113

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	0.67	1.42	104.26	50.00				16.47	27.49	25.33	52.82
35-65	0.88	1.46	99.29	52.17				17.50	18.85	20.87	39.73

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-35	33.53			
35-65	34.67			

Cuadros 4.41. Resultado de los análisis químicos del perfil 070113

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.
0-35	40.00	57.48	2.52	FL	F	3	6.2	5.76	10.94				0.75	7.73	Alta
35-65	39.37	56.07	4.56	FL	F	5	6.4	4.12	7.83				0.11		
65-100	56.77	43.05	0.18	F	FAr	20	6.6	3.64	6.92				0.65		
100-130	45.82	51.81	2.37	FL	FAr	80	6.5	4.00	7.60				0.54		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-35	54.68	11.55	43.13	11.55	9.82	1.22	0.38	0.14		17.96	2.23	0.69	0.25	
35-65	47.28	9.19	38.09	9.19	7.82	0.99	0.30	0.09		16.55	2.09	0.63	0.18	
65-100	48.42	9.75	38.67	9.75	7.75	1.48	0.28	0.24		16.02	3.06	0.57	0.50	
100-130	45.00	9.77	35.23	9.77	7.75	1.45	0.43	0.14		17.23	3.22	0.96	0.30	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-35	21.13	N.D.	1.70	1.10	10.35	86.30	2.70	1.60		1.63
35-65	19.45	N.D.	1.70	1.50	6.95	37.60	3.10	2.10		1.62
65-100	20.14	N.D.	1.40	5.85	6.55					1.86
100-130	21.72	N.D.	1.35	2.25	10.40					

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 química.

E). Interpretación de la morfología de los perfiles y de los resultados de laboratorio

Perfil modal 070112

De acuerdo con la Figura 4.32 los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C; el primer horizonte es un A, de color negro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, de color pardo oscuro a pardo, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El último horizonte es un Cr de color pardo, textura franco arcillosa, poca gravilla y extremadamente abundante piedra, sin estructura (masivo) y consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.38, la porosidad total es baja en el primer horizonte y media en profundidad, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y muy alta en el segundo.

Según el Cuadro 4.39 y la Figura 4.32, la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es alta en el primero y tercer horizonte y media en el segundo, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende a medio en profundidad.

Con referencia a los cationes el Calcio y Magnesio se encuentran en cantidades altas, el Potasio se evalúa como bajo en los primeros horizontes y alto en el tercero. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores de retención fosfórica altos en el primer horizonte y bajos en el segundo.

Respecto a los elementos menores, el Cobre, Zinc y Hierro se encuentran en cantidades bajas y el Manganeso se encuentra en cantidades altas. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Perfil modal 070113

Según la Figura 4.33 los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–AC–C. El horizonte A1, es de color pardo muy oscuro, textura franca, estructura en gránulos, consistencia friable; el segundo horizonte es un Bw de color negro, textura franca, estructura en bloques subangulares,

consistencia friable. Presenta un horizonte transicional de tipo AC, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa, frecuente gravilla y piedra, estructura en bloques subangulares, consistencia friable y el último horizonte es un Cr, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa, extremadamente abundante piedra, sin estructura (masivo) y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.40, la porosidad total es alta en el primer horizonte y media en el segundo, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en el primer horizonte y la microporosidad sobre la macroporosidad en el segundo, la humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 4.41 y la Figura 4.33, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio se encuentra en cantidades altas, el Potasio se evalúa como medio en el primer y segundo horizonte, bajo en el tercero y alto en el cuarto, el Magnesio se encuentra en cantidades bajas. Los valores de Fósforo disponible son bajos y la retención fosfórica presenta valores altos en el primer horizonte y medios en el segundo.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso es alto en el primer y último horizonte, y medio en los restantes; el Cobre, Zinc y Hierro presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

F). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo

Las características principales y las recomendaciones generales para uso y manejo son tomadas del perfil dominante de la unidad cartográfica que es el suelo Vitric Haplustands, familia medial sobre esquelética - ceniza, isomésica (PM 070112).

Suelos minerales de evolución moderada provenientes de cenizas volcánicas. Suelos moderadamente profundos, de moderada retención de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo; de colores negro y pardo oscuro, con contenidos de materia orgánica alta en el primer horizonte y desciende en profundidad, de texturas moderadamente finas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases alta y reacción de neutra a ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Régimen de temperatura edáfica isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en cañones y cañadas, con pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa y deficientes precipitaciones en un semestre del año.



Este suelo dominante en la unidad cartográfica posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión severa, por estar en relieve de cañones y cañadas, presenta un alto riesgo de erosión por lo que la vocación es de conservacion de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Se recomienda mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

G). 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 MJMf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-2, por el alto riesgo de erosion son tierras de vocación para la conservacion.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de estos suelos, 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.

4.3.1.17 Consociación Barberena Oyak (orden Molisol): Fluventic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070106. Símbolo MJN

Los suelos de la Consociación Barberena Oyak se encuentran ubicados a inmediaciones del paraje La Cuchilla y Barberena Oyak, municipio de Sololá; caserío Casiguán del municipio de Nahualá; caserío Chirijcalbal del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; Finca Las Delicias del municipio de Santa Clara La Laguna y el caserío Chuipoj del municipio de Santa María Visitación. Abarca una extensión de 188 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo", (Código J), que se caracterizan por presentar rangos de temperaturas medias anuales de 10.0 a 14.2 °C, un rango de precipitaciones entre 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.4 °C, precipitación anual media de 1,189 mm y una altitud media de 2,383 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 principales especies indicadoras son: ciprés común (*Cupressus lusitanica*), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en la Figura 4.34, el uso de la tierra es agrícola.



Figura 4.34. Vallecito en paisaje de montaña volcano-erosional, en la fotografía se observa la agricultura como uso actual (Foto: J. del Cid, 2010)

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio – coluviales, sobre pendientes moderadamente inclinadas (7-12%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de vallecito.

La unidad cartográfica está representada por el suelo Fluventic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isomésica (PM 070106) en un 90% del total del área, el 10% de la superficie está formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Barberena Oyak, presenta las siguientes fases:

- **MJNc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (171 ha).
- **MJNc2:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión moderada (17 ha).

En la Figura 4.35, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

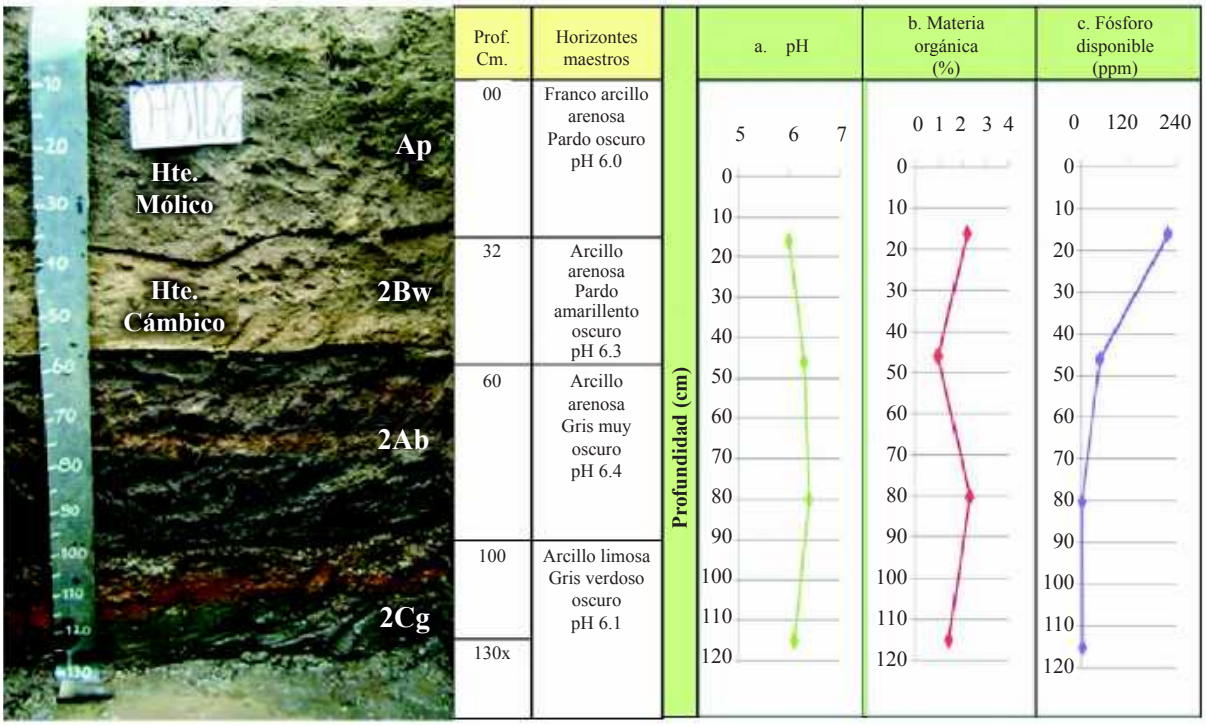


Figura 4.35. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el PM 070106 de la Consociación Barberena Oyak; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070106

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070106:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Barberena Oyak
Símbolo	MJN

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Fluventic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	Barberena Oyak
	Caserío, sector, sitio, finca	Terreno del COCODE, a 200 metros de la escuela primaria
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 428344
		Latitud (Y): 1641875
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9364
	Línea de vuelo No.	443
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Plano aluvio-coluvial
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales
Altitud		2,439 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,127 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	17.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a lento
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	Profundo
	Profundidad	100 cm
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, cilantro
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		20-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 32 cm. Ap	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; muchos poros, muy finos, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite claro y ondulado.
32 – 60 cm. 2Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
60 – 100 cm. 2Ab	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1) y pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite gradual y ondulado.
100 – 130x cm. 2Cg	Color en húmedo gris verdoso oscuro 5GY(4/1); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea y sedimentaria; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, fuerte al H2O2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070106:

Cuadro 4.42. Resultados de los análisis físicos del perfil 070106

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
0-32	0.91	1.34	44.9	20.00				11.11	17.80	14.29	32.09
32-60	1.07	1.32	61.4	15.76				10.22	14.08	4.86	18.94

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-32	8.89			
32-60	5.54			

Cuadro 4.43. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070106

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.
0-32	50.25	43.45	6.30	FA	FArA		6.0	1.18	2.24				220.00	8.37	Alta
32-60	50.37	45.39	4.24	FA	ArA		6.3	0.52	0.99				47.60		
60-100	42.07	46.47	11.46	F	ArA		6.4	1.24	2.36				2.89		
100-130	41.98	47.37	10.65	F	ArL	15	6.1	0.76	1.44				4.82		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-32	18.80	13.52	5.27	13.52	10.49	2.29	0.64	0.11		55.80	12.17	3.41	0.56	
32-60	16.52	11.74	4.78	11.74	9.02	2.24	0.36	0.12		54.62	13.55	2.17	0.71	
60-100	26.77	15.87	10.91	15.87	12.27	2.73	0.67	0.20		45.81	10.20	2.49	0.76	
100-130	35.32	15.78	19.54	15.78	11.27	3.11	1.15	0.25		31.90	8.80	3.26	0.71	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-32	71.94	0.30	12.10	28.75	41.70	16.60	0.23	0.30
32-60	71.04	0.90	1.05	89.10	15.85	81.40	0.14	0.24
60-100	59.27	0.55	3.35	42.80	27.00			
100-130	44.67	2.30	2.95	285.00	29.10			

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.35, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. El horizonte Ap, es de color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2Bw, es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercer o es un horizonte enterrado 2Ab, de colores gris muy oscuro y pardo oscuro a pardo (30%), textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia firme; el último horizonte es un 2Cg con fuerte gleización (Fe reducido) de color gris verdoso oscuro, textura arcillo limosa, sin estructura (masiva), consistencia firme.

Como se observa el Cuadro 4.42, la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en el segundo, domina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.43 y la Figura 4.35, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a ligeramente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es media en el primer y segundo horizonte, alta en los siguientes 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 Potasio presentan valores altos, el Magnesio presenta valores medios en los primeros tres horizontes y altos en el cuarto. Los valores de Fósforo disponible son altos en el primero y segundo horizonte, presenta valores de retención fosfórica bajos en el primer horizonte y medios en el segundo.

Respecto a los elementos menores, el Hierro y Manganeso presentan valores altos, el Zinc contiene valores altos en el primer horizonte y bajos en los siguientes, el Cobre presenta valores bajos. Según los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales con horizonte superficial grueso y oscuro, altos valores de materia orgánica. Suelos formados por materiales arrastrados por corrientes de agua por lo que presentan contenidos irregulares del carbono orgánico en el perfil. Suelos moderadamente profundos, de colores pardos de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes de media a alta, saturación de bases de alta a media y reacción de moderada a ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Régimen de temperatura edáfico isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con pendientes moderadamente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año, erosión ligera y moderada.

La fase de estos suelos que posee pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y erosión ligera, es de vocación agrícola, es apta para el establecimiento de cultivos anuales intensivos. La fase de estos suelos que posee la misma pendiente pero con erosión moderada, es de vocación agrícola con mayores limitaciones y por lo tanto, es apta para cultivos agrícolas de diferente ciclo de producción.

En ambas fases se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. En las fase de erosión moderada es necesario intensificar estas prácticas. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar, si es necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En las tierras con pendientes moderadamente inclinadas y erosion ligera se recomiendan actividades de ganadería semi-intensiva, las cuales deben realizarse utilizando pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas sobre finas, deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de la UCS

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MJNc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-4; la fase MJNc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-2, por lo que los suelos con 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.

4.3.1.18 Consociación Paquixtán (orden Andisol): Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071806. Símbolo MSA

La Consociación Paquixtán se encuentra en inmediaciones de los cerros Chuichumil y Paquixtán, municipio de San Pedro La Laguna. Su extensión es de 115 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo", (Código S), que se caracterizan por presentar rangos 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 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 1,209 mm y una altitud media de 2,339 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*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. De acuerdo con la Figura 4.36 la cobertura y uso de la tierra es bosque mixto y pequeñas áreas con agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes que van de ligeramente escarpadas (25-50%) a moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de domo.



Figura 4.36. Domo en paisaje de montaña volcano-erosional, con especies vegetales como pino y encino, municipio de San Pedro La Laguna (Foto: O. Hernández, 2010)

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica (PM 071806), en un 90% del total del área, el 10% de la superficie está formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio

La Consociación Paquixtán, presenta las siguientes fases:

- **MSAe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión moderada (15 ha).
- **MSAfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial y erosión ligera (100 ha).

En la Figura 4.37, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posterior a la grafica se hace una descripción completa del suelo en mención.

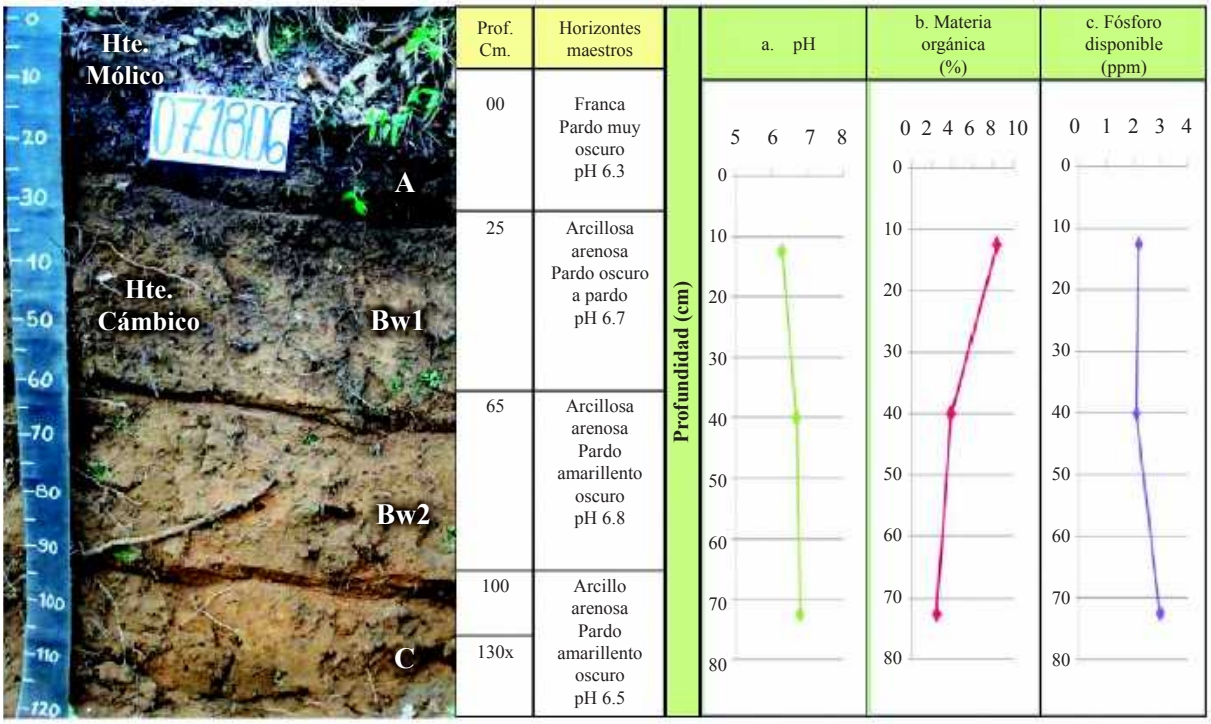


Figura 4.37. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el PM 071806 de la Consociación Paquixtán; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: O. Hernández, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071806

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071806:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Paquixtán
Símbolo		MSA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Pedro La Laguna
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerro Paquixtán
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 415932
		Latitud (Y): 1619682
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2461
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Domo
	Forma del terreno	Cono

Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		2,282 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 - 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,177 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	14.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes fuertemente escarpadas, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		21-10-2010

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 (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos, vesiculares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
25 – 55 cm. Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3)); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos, vesiculares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
55 – 90 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos, vesiculares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
90 – 120x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo arenosa; poca gravilla (5%), piedra (15%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; muchos poros, medianos, gruesos, vesiculares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y 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 071806

Cuadro 4.44. Resultados de los análisis físicos del perfil 071806

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	0.75	1.54	64.29	41.36				15.75	18.30	33.00	51.30
25-55	0.90	1.48	65.77	34.62				27.00	18.56	20.63	39.19

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	25.61			
25-55	7.62			

Cuadro 4.45. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071806

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	53.94	44.57	1.49	FA	F	5.00	6.3	4.41	8.38				2.20	6.42	Media
25-55	53.84	44.67	1.49	FA	ArA	5.00	6.7	2.03	3.86				2.11		
55-90	50.83	45.54	3.63	FA	ArA	5.00	6.8	1.28	2.43				3.99		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	16.50	8.36	8.14	8.30	4.65	1.73	0.10	1.82	0.06	28.17	10.49	0.61	11.05	0.72
25-55	26.50	7.42	19.08	7.39	3.74	1.50	0.12	2.02	0.03	14.13	5.64	0.46	7.64	0.40
55-90	22.50	7.41	15.09	7.37	3.30	1.43	0.17	2.46	0.04	14.68	6.35	0.76	10.94	0.54

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	50.32	1.69	0.52	54.23	2.02	61.00	1.70	1.30		
25-55	27.87	2.07	0.20	38.46	1.69	61.10	1.40	1.10		
55-90	32.74	2.09	0.20	32.29	1.46					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.37 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil del tipo A – B – C, de evolución moderada. El horizonte A, es de color pardo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, presenta colores que van de pardo oscuro a pardo y pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C se caracteriza por presentar un color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.44, la porosidad total es alta en el primer horizonte y media en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y muy baja en el segundo.

Según el Cuadro 4.45 y la Figura 4.37, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte y alta en los siguientes, la saturación de bases es alta en el primer horizonte y desciende con la profundidad; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte, medio en el segundo y bajo en el tercero.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios, el Magnesio presenta valores medios en el primer y segundo horizonte y valores bajos en el tercero, el Potasio presenta valores bajos. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre presenta valores bajos en el primer horizonte y medios en los demás, el Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

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

Suelos minerales derivados de ceniza volcánica de moderada evolución, presentan moderada retención de fosfatos (PO_4) por lo compuestos amorfos y el aluminio activo. Suelos profundos, de color pardo muy oscuro a pardo, con contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte y descienden en profundidad, de texturas finas, capacidad de intercambio de cationes media a alta, saturación de bases alta a baja y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por

lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas que corresponden a un régimen isotérmico (entre 15 y 22.0 °C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en domo de montaña volcano-erosional, en pendientes que van desde ligera a moderadamente escarpadas, pedregosidad superficial puntual, erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de los suelos que posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión moderada, presenta vocación agroforestal, por lo que es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles

La fase que presenta pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), pedregosidad superficial puntual y erosión ligera, presenta vocación forestal, por lo que es apta para el manejo de los bosques naturales existentes y el establecimiento de plantaciones forestales.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Debido al contenido de materia orgánica que poseen es necesario mantener los niveles para lo cual se recomienda adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En los suelos con vocación forestal es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas plantando a curvas de nivel y la hechura de pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas 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 MSAe2 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que posee vocación agroforestal y silvopastoril. La fase MSAfp1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-4, posee 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.

4.3.1.19 Consociación San Pedro (orden Andisol): Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071801. Símbolo MSB

Los suelos de esta unidad cartográfica se encuentran ubicados en inmediaciones del paraje Pachalí, del municipio de San Juan La Laguna; caserío Chuituj del municipio de Nahualá; el cerro Chutincagual y laderas medias del volcán San Pedro del municipio de San Pedro La Laguna; Cerro Tamalaj y laderas medias de los volcanes Tolimán y Atitlán del municipio de San Lucas Tolimán; laderas medias de los volcanes Tolimán y Atitlán del municipio de Santiago Atitlán. Abarca una extensión de 5,352 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo", (Código S), que se caracterizan por presentar rangos 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 15.3 °C, precipitación anual media de 1,285 mm y una altitud media de 1,975 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*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Como se observa en la Figura 4.38, la cobertura vegetal es bosque mixto.



Figura 4.38. Estrato-volcán en paisaje de montaña volcano-erosional, en la fotografía se muestra el bosque mixto presente en el área (Foto: W. González, 2010)

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), moderadamente inclinadas (7-12%), fuertemente inclinadas (12-25%), ligeramente escarpadas (25-50%), moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y tipo de relieve estrato-volcán.

La unidad cartográfica está representada por el suelo Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica (PM 071801) en un 80%, la inclusión de esta unidad está representada por suelos del tipo Andic Haplustepts, familia ceniza, isotérmica (PI 031410) en un 20% del total del área.
La Consociación San Pedro, presenta las siguientes fases:

- **MSBbp1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (33 ha).
- **MSBc2**: fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión moderada (29 ha).
- **MSBd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (86 ha).
- **MSBd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (254 ha).
- **MSBdp2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (187 ha).
- **MSBe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (633 ha).
- **MSBe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (1,151 ha).
- **MSBep2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), abundante pedregosidad superficial, erosión moderada (442 ha).
- **MSBf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (402 ha).
- **MSBf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (1,623 ha).
- **MSBf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (38 ha).
- **MSBfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (65 ha).
- **MSBgp1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (409 ha).

La inclusión de la Consociación corresponde a los suelo Andic Haplustepts, familia ceniza, isotérmica (PI 031410), caracterizados por ser profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, reacción ligera al NaF, fertilidad natural alta, presencia de pedregosidad superficial, erosión ligera. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

En la Figura 4.39, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.



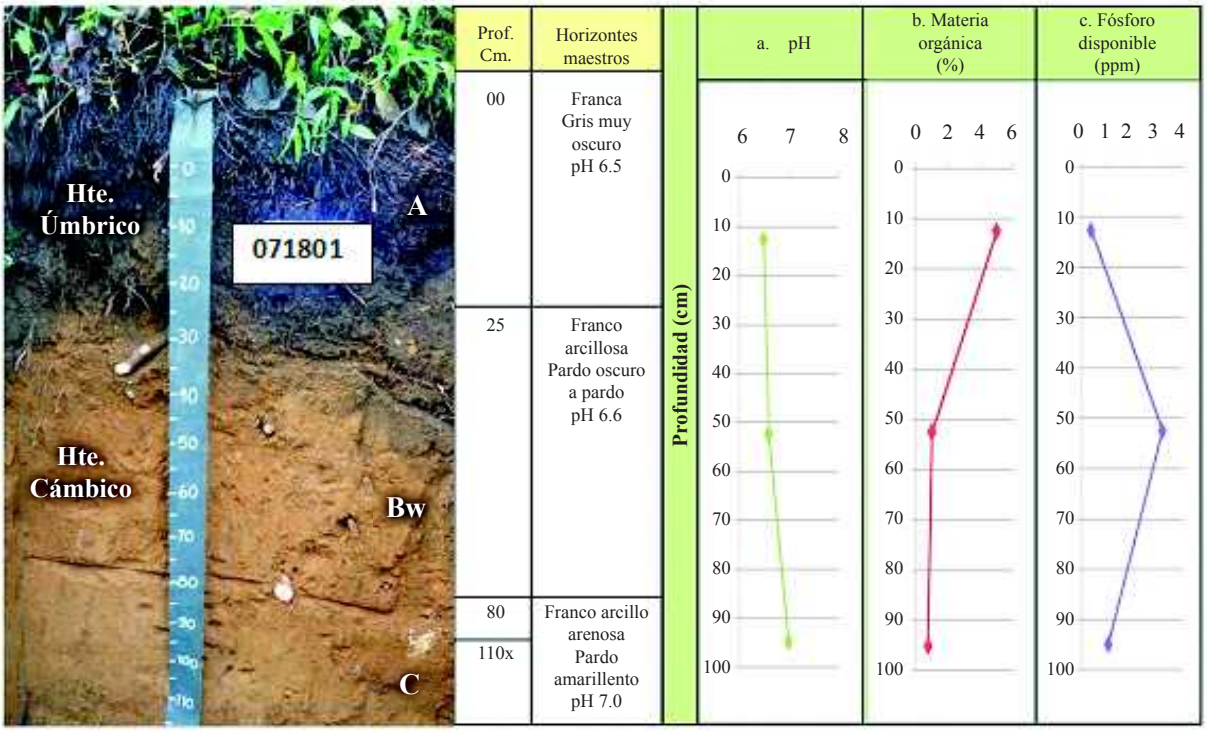


Figura 4.39. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 071801 de la Consociación San Pedro; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071801

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071801:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación San Pedro
Símbolo		MSB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Pedro La Laguna
	Aldea	Volcán San Pedro
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 416937
		Latitud (Y): 1622554
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2196
	Línea de vuelo No.	449
	Bloque No.	04
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		2,082 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,037 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	13.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	110 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	-
	Limitante del uso	Baja retención de humedad, déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Encino, ilamo
Describió		William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		31-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; 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 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
25 – 80 cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
80 – 110x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, gruesas vivas de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera 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 071801:

Cuadro 4.46. Resultados de los análisis físicos del perfil 071801

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	1.14	63.32	43.19				13.87	9.20	19.75	28.95
25-80	0.71	1.14	80.29	40.56				15.19	18.67	19.05	37.72

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	29.32			
25-80	25.36			

Cuadro 4.47. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071801

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	63.89	34.61	1.50	FA	F		6.5	2.60	4.94				0.40	7.29	Alta
25-80	55.26	41.13	3.61	FA	FAr		6.6	0.52	0.99				3.21		
80-110	50.67	43.57	5.75	FA	FArA		7.0	0.39	0.74				1.08		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	27.50	9.64	17.86	9.62	6.44	1.82	1.14	0.21	0.02	23.43	6.63	4.14	0.77	0.21
25-80	19.00	7.35	11.65	7.32	4.57	1.38	1.04	0.33	0.03	24.08	7.25	5.49	1.73	0.41
80-110	19.50	10.22	9.28	10.19	6.10	3.24	0.35	0.49	0.03	31.30	16.61	1.79	2.54	0.29

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	34.98	1.50	0.20	32.04	1.19	47.80	1.30	1.80	1.10	
25-80	38.54	1.20	0.20	32.43	1.63	42.00	1.70	2.40		
80-110	52.24	2.96	0.20	22.45	1.28					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.39, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El primer horizonte es un A, de color gris muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el segundo horizonte es un Bw de color pardo oscuro a pardo, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el último horizonte es un C de color pardo amarillento, textura franco arcillo arenosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.45, la porosidad total es baja en el primer horizonte y media en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es media.

Según el Cuadro 4.46 y la Figura 4.39, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte y media en los siguientes y la saturación de bases es baja en el primer horizonte, media en el segundo y alta en el tercero; el contenido de materia orgánica es medio en el primero y bajo en el resto.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores de altos a medios, el Calcio presenta valores altos en el primer y tercer horizonte y valores medios en el segundo; el Magnesio presenta valores medios. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Zinc, Cobre y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada provenientes de ceniza volcánica. Presentan moderada retención de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y el aluminio activo. Suelos profundos, de color gris muy oscuro, con contenidos bajos de materia orgánica, de texturas moderadamente finas, capacidad de intercambio de cationes alta a media, saturación de bases varía de baja en superficie a alta en profundidad, la reacción varía de ligeramente ácida a neutra. El régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Los suelos presentan temperaturas que corresponden a un régimen isotérmico (entre 15.0-22.0°C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en el relieve estrato-volcán, con pendientes de ligeramente inclinadas a fuertemente escarpadas, con erosión de ligera a severa, presencia de pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente inclinadas (3-7%), pedregosidad superficial y erosión ligera; pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y erosión moderada; pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión ligera; pendientes fuertemente inclinadas (12-

25%) y erosión moderada; pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), pedregosidad superficial y erosión moderada presentan vocación agrícola y son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Las fases con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión ligera; pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), pedregosidad superficial y erosión moderada son de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para el establecimiento de cultivos perennes en arreglos agroforestales y actividades ganaderas extensivas bajo la cobertura forestal.

Las fases con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada y severa son de vocación forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo prácticas de manejo.

La fase que presenta pendientes fuertemente escarpadas (>75%), pedregosidad superficial y erosión ligera, presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas, la intensidad de las prácticas deberá incrementarse según el aumento de las pendientes. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar, si es necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En los suelos con vocación forestal es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas implementando curvas de nivel y/o con pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

Respecto a la fertilidad de estos suelos, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que poseen por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y

Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo, por medio de aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de la UCS

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSBc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-1; la fase MSBd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-4; la fase MSBd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-3; la fase MSBdp2 pertenece a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-1; la fase MSBbp1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-3; poseen vocación agrícola.

Las fases MSBe1 y MSBe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3; la fase MSBep2 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y el grupo de manejo VI ps-2, por lo que son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Las fases MSBf1, MSBf2 y MSBfp1 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-4; la fase MSBf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-2, por lo que poseen vocación forestal.

La fase MSBgp1 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, los recursos hídricos 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.

4.3.1.20 Consociación Chirijximay (orden Andisol): Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070602. Símbolo MSC

Los suelos de esta unidad cartográfica se ubican a inmediaciones de la finca Santa Victoria del municipio de Concepción; los caseríos Chuatuj, Pakim del municipio de Nahualá; aldea Patanatic del municipio de Panajachel; caseríos Chuitinamit, Pamuch, El Porvenir, Chipop, Chuisajcá, paraje Pacaman El Mirador del municipio de San Andrés Semetabaj; aldea Chiquel, cerro Chuiccohón del municipio San José Chacayá; aldea Pasajquim, caserío Paquir, cerro Cristiano, sierra Parraxquim, el paraje Patzunoj, del municipio de San Juan La Laguna; caserío Pajomil, el paraje Papa del municipio de San Marcos La Laguna; cerros Panán, Paquisis en el municipio de San Pedro La Laguna; caseríos Xesacabaj, Chirijximay, Chisibel, Pabalabá, Pasaquijuyub y montaña Pajpoj en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; caserío Chacap, cerro Cristiano y cerro Tzamatzán del municipio de Santa Clara La Laguna; caserío La Cumbre, cerro Chueminix, paraje Papa del municipio de Santa Cruz La Laguna; cerro Tzamatzán, montaña Pajpoj del municipio de Santa María Visitación; caserío Pujujilito, Los Raxón, Tierra Linda y la colonia Peña Blanca, Miralinda, Tzaput Chuacruz del municipio de Sololá; finca Santa Rita, aldea Ojo de Agua del municipio de San Antonio Palopó; en los alrededores del cerro Chuirá Xamolá y la cabecera municipal de San Pablo La Laguna; paraje El Mirador y cabecera municipal de Santa Catarina Palopó; el paraje Pajomil, cerro San Marcos del municipio de Santa Lucía Utatlán. Abarca una extensión de 9,381 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo", (Código S), que se caracteriza por presentar rangos 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 15.1 °C, precipitación anual media de 1,540 mm y una altitud media de 2,093 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*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. Como se observa en la Figura 4.40, la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto y agricultura.



Figura 4.40. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, en la fotografía se observa el uso actual (Foto: C. García, 2010)

Los suelos 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%); correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por el suelo Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica (PM 070602) en un 70%, las inclusiones de esta unidad están representadas por suelos de tipo Typic Haplustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (PI 070906) en un 10%, Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - medial, no ácida, isotérmica (PI 041107) en un 10%, también presenta afloramientos rocosos en un 10% del total del área.

La Consociación Chirijximay, presenta las siguientes fases:

- **MSCe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (116 ha).
- **MSCf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (760 ha).
- **MSCf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (621 ha).
- **MSCf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (1,057 ha).
- **MSCfpr2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), abundante pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada (216 ha).

- **MSCfr2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada (1,214 ha).
- **MSCg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (525 ha).
- **MSCg2:** fase por pendiente fuertemente escarpada (>75%), erosión moderada (1,782 ha).
- **MSCg3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa (30 ha).
- **MSCgp2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial, erosión moderada (625 ha).
- **MSCgpr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (162 ha).
- **MSCgr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (2,273 ha).

Las inclusiones de la Consociación corresponden a suelos de tipo Typic Haplustepts, familia francosa fina sobre fina, superactiva, isotérmica (PI 070906) caracterizados por ser suelos profundos, con drenaje moderadamente excesivo, de texturas medias, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, moderada reacción al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa. La segunda inclusión está representada por el suelo Vitrandic Ustorthents, familia esquelética - medial, no ácida, isotérmica (PI 041107) que se caracteriza por ser suelos profundos, de drenaje excesivo, texturas medias, fertilidad natural alta y erosión moderada (Ver detalles de las inclusiones en el anexo B).

En la Figura 4.41, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

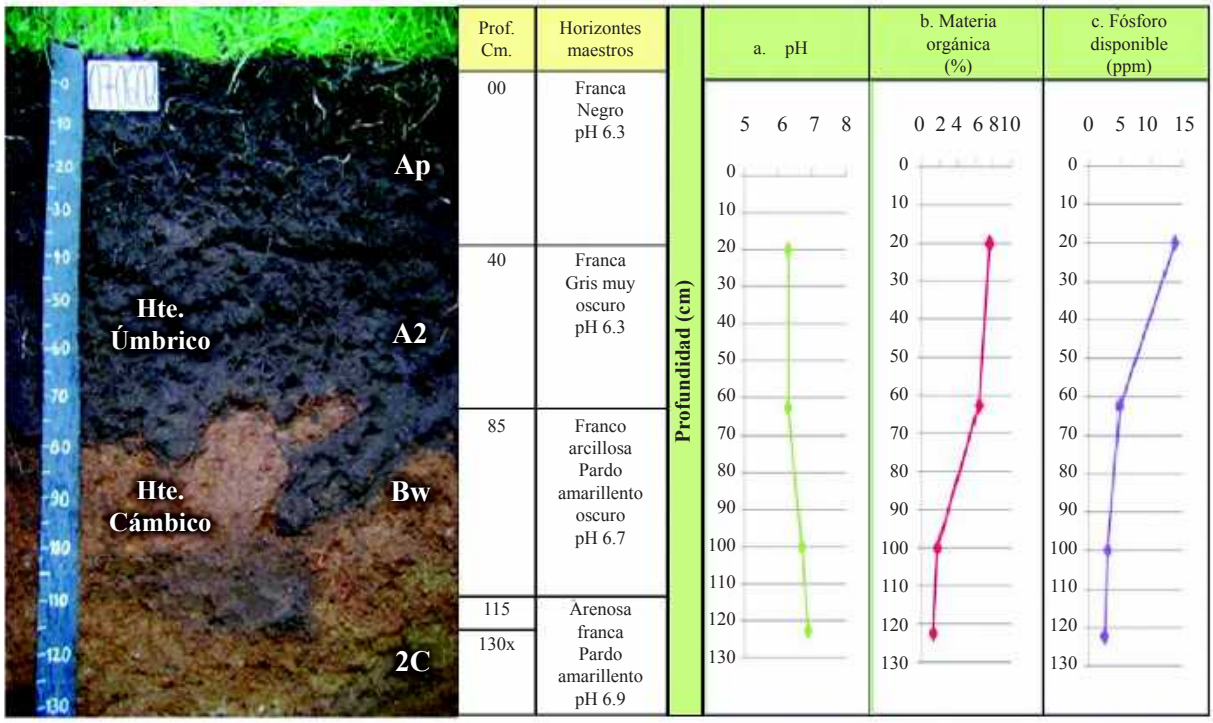


Figura 4.41. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 070602 de la Consociación Chirijximay; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070602

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070602:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chirijximay
Símbolo		MSC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Catarina Ixtahuacán
	Aldea	Chirijximay
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 406528
		Latitud (Y): 1632320
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2362
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
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		2,251 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	>75%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,632 mm.
	Temperatura promedio anual	15.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	Poca
	Superficie cubierta	10 %.

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente moderadamente escarpada, erosión severa
Vegetación natural		Pino, ciprés, ilamo, encino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		23-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 40 cm. Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
40 – 85 cm. A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
85 – 115 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
115 – 130x cm. 2C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra.

Cuadro 4.48. Resultados de los análisis físicos del perfil 070602

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	0.93	1.68	48.41	45.93				14.04	2.29	42.36	44.64
40-85	0.95	1.50	80	45.8				14.55	15.68	20.99	36.67

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-40	31.89			
40-85	31.25			

Cuadro 4.49. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070602

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.
0-40	52.87	45.61	1.52	FA	F	5	6.3	3.98	7.57				13.86	7.69	Alta
40-85	50.87	47.61	1.52	FA	F	5	6.3	3.38	6.42				5.05		
85-115	46.49	47.53	5.99	FA	FAr	5	6.7	0.94	1.79				3.08		
115-130	55.08	41.29	3.62	FA	AF	20	6.9	0.67	1.28				2.64		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-40	20.00	6.84	13.16	6.80	4.14	0.90	1.55	0.21	0.04	20.68	4.52	7.74	1.07	0.58
40-85	22.50	6.86	15.64	6.81	4.18	0.76	1.66	0.21	0.05	18.60	3.38	7.38	0.92	0.73
85-115	19.00	7.49	11.51	7.45	4.26	0.79	2.17	0.23	0.04	22.44	4.15	11.42	1.22	0.53
115-130	17.50	4.72	12.78	4.69	3.20	0.62	0.65	0.22	0.03	18.29	3.57	3.70	1.27	0.64

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-40	34.01	0.81	0.60	39.28	38.86	22.70	1.40	1.90		1.55
40-85	30.28	0.81	0.20	35.84	28.35	40.10	1.50	1.90		1.67
85-115	39.23	0.40	0.20	44.74	2.31					
115-130	26.82	0.82	0.44	30.86	1.74					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.41, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, de color negro y gris muy oscuro, textura franca, poca gravilla, estructura en gránulos, consistencia muy friable. El horizonte Bw es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, poca gravilla, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; último horizonte es un 2C de color pardo amarillento, textura arenosa franca, frecuente gravilla, sin estructura (grano suelto), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.48, la porosidad total es media, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 4.49 y la Figura 4.41, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el primero y segundo horizonte, desciende a media en

los siguientes y la saturación de bases varía de baja a media; el contenido de materia orgánica es alto en los horizontes iniciales y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Potasio presentan valores altos, el Calcio presenta valores medios y el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores medios en el primer horizonte y desciende en profundidad; presenta valores de retención fosfórica que varían de bajos a medios.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos en todo el perfil y el Manganeso presenta valores altos en el primero y segundo horizonte y bajos en el tercero; el Cobre y Zinc presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales profundos derivados de cenizas volcánicas de evolución moderada. Suelos de color negro y gris muy oscuro, con contenidos altos de materia orgánica en el primer y segundo horizonte y bajos en profundidad. Suelos de texturas medias, capacidad de intercambio de cationes alta a media, saturación de bases baja a media y reacción ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Los suelos presentan temperaturas que corresponden a un régimen isotérmico (entre 15.0-22.0°C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en filas y vigas, con pendientes que van de ligeramente escarpadas a fuertemente escarpadas, pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, erosión de ligera, moderada y severa, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión moderada, presenta vocación agroforestal, por lo que es apta para arreglos agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Las fases de los suelos que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión de ligera a severa son de vocación forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo prácticas de manejo. Las fases que presentan pendientes fuertemente escarpadas (>75%), son de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.



En los suelos con vocación forestal de producción es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomiendan las pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, debe evitarse la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

Con respecto a la fertilidad y debido al bajo porcentaje de materia orgánica que poseen es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas medias debe aplicarse láminas moderadas en volumen y aplicaciones moderadamente espaciadas en el tiempo, por aspersión o goteo.

E). Capacidad de uso y recomendaciones específica

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, la fase MSCe2 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3, por lo que posee vocación agroforestal y silvopastoril.

La fase MSCf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1, es de vocación forestal; las fases MSCf1, MSCf2, MSCfpr2 y MSCfr2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-4, por lo que son también son de vocación forestal.

Las fases MSCg1, MSCg2 y MSCgp2 pertenecen 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. Así como las fases MSCg3, MSCgpr3 y MSCgr3 que pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, también son tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa y 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.

4.3.1.21 Consociación Chiguarabal (orden Inceptisol): Typic Dystrustepts, familia francosa gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040615. Símbolo MSD

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del caserío Caliaj del municipio de San Andrés Semetabaj; tiene una extensión de 408 hectáreas. Esta unidad fue identificada y muestreada en el levantamiento de suelos efectuado en el departamento de Chimaltenango por lo que puede consultarse en MAGA-IGAC (2010).

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrío húmedo”, (Código S), que se caracteriza por presentar rangos 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 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 1,433 mm y una altitud media de 2,039 msnm. Se ubican dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo mon-

tano 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 4.42, la cobertura vegetal es bosque mixto.



Figura 4.42. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, cubiertas de bosque mixto, en el municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: W. González, 2010)

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por el suelo Typic Dystrustepts, familia francosa gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica (PM 040615) en un 70%; suelos del tipo Andic Haplustepts, familia medial, isotérmica (PI 040212) en un 30% del total del área.

La Consociación Chiguarabal, presenta las siguientes fases:

- **MSDf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (262 ha).
- **MSDf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (146 ha).

La inclusión de la Consociación está representada por el suelo Andic Haplustepts, familia medial, isotérmica (PI 040212) en un 30% del total del área, estos suelos se caracterizan por ser superficiales, bien drenados, texturas moderadamente finas y fertilidad natural media, no presentan erosión y son poco productivos. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

En la Figura 4.43, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

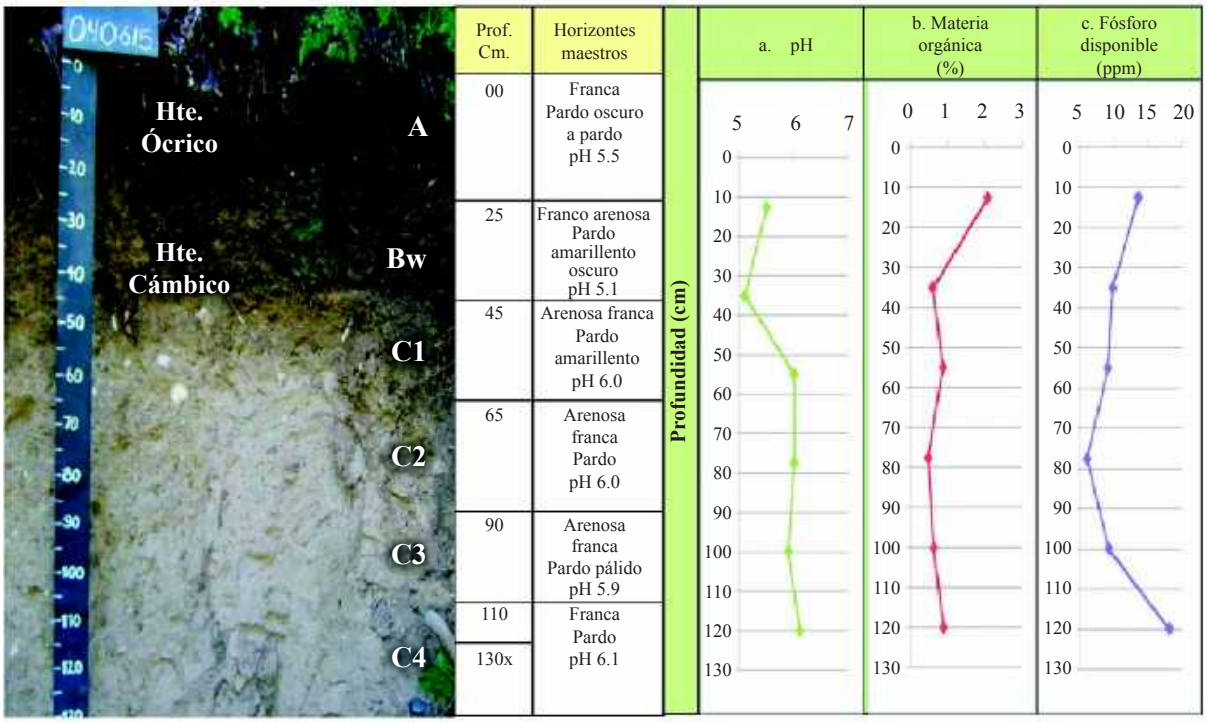


Figura 4.43. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del PM 040615 de la Consociación Chiguarabal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Moscoso, 2007).

A). Descripción del perfil modal No. 040615

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040615 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 Sololá.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chiguarabal
Símbolo		MSD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Dystrustepts, familia francosa gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Tecpán Guatemala
	Aldea	Chiguarabal
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 440578
		Latitud (Y): 1628736
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,238
	Línea de vuelo No.	448
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidado (ceniza y pomez)
Altitud		2,044 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,460 mm
	Temperatura promedio anual	15.0 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	90 cm
	Limitante	Capa compactada
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Horizontes compactados, deficiente humedad en un semestre del año, baja retención de humedad, pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Encino, pino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		24-10-2007

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm A	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franca 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, medianos, tubulares, continuos; muchas raíces gruesas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.5, reacción fuertemente ácida; límite claro y plano.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
25 – 45 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, gruesas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 5.1, reacción fuertemente ácida; límite gradual y ondulado.
45 – 65 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite gradual y plano.
65 – 90 cm C2	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite difuso.
90 – 110 cm C3	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 5.9, reacción moderadamente ácida; límite difuso.
110 – 130x cm C4	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo y laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos, no hay reacción al NaF, al HCl y al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida.

Cuadro 4.50. Resultados de los análisis físicos del perfil 040615

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	0.93	2.94	74.54	19.33				9.08	50.70	17.75	68.45
25 – 45	1.04	2.02	59.87	18.86				8.64	33.32	15.32	48.63
45 – 65	1.26	2.87	48.11	16.92				7.95	36.34	19.71	56.04

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0 – 25	10.25	33.37	32.32	1.06
25 – 45	10.22	29.58	29.27	0.31
45 – 65	8.97			

Cuadro 4.51. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040615

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	59.26	26.01	14.73	FA	F		5.5	1.10	2.09				13.52	6.25	Media
25 – 45	49.79	33.71	16.50	F	FA		5.1	0.32	0.61				9.73		
45 – 65	67.77	22.58	9.65	FA	AF		6.0	0.46	0.87				9.03		
65 – 90	59.76	30.01	10.23	FA	AF		6.0	0.25	0.48				5.96		
90 – 110	51.12	42.2	6.68	FA	AF		5.9	0.33	0.63				9.15		
110 – 130	48.40	38.22	13.38	F			6.1	0.47	0.89				18.05		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 25	19.50	4.24	15.26	4.10	1.01	2.30	0.51	0.28	0.14	5.18	11.79	2.62	1.44	0.72
25 – 45	14.50	5.31	9.19	4.51	1.90	1.84	0.49	0.28	0.80	13.10	12.69	3.38	1.93	5.52
45 – 65	24.25	4.31	19.94	4.31	1.11	2.46	0.46	0.28		4.58	10.14	1.90	1.15	
65 – 90	22.50	7.69	14.81	7.69	1.97	3.36	0.58	1.78		8.76	14.93	2.58	7.91	
90 – 110	11.75	9.58	2.17	9.58	4.53	2.66	0.61	1.78		38.55	22.64	5.19	15.15	
110 – 130	20.00	18.67	1.33	18.67	12.95	2.25	1.60	1.87		64.75	11.25	8.00	9.35	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0 – 25	21.03	1.60	1.30	93.00	4.40	14.3
25 – 45	31.10	1.30	0.70	63.00	1.70	10.5
45 – 65	17.77	1.20	0.70	28.00	0.50	8.4
65 – 90	34.18	1.20	0.70	20.00	0.50	
90 – 110	81.53	1.30	1.00	22.00	0.80	
110 – 130	93.35	0.60	0.50	18.00	0.50	

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 química.

Cuadro 4.52. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil 040615

Minerales presentes en la fracción arcilla	Profundidad (cm)			
	25 – 45	45 - 65	65 – 90	90 – 110
Intergrados 2:1 - 2:2	++	+++	+	++
Caolinita	+	+	+	++
Cuarzo	++	++	+	++
Feldespatos	++	+	++	++
Haloisita	-	-	-	-
Interestratificados	Tr	Tr	Tr	Tr
Material no Cristalino	-	-	-	-
Metahaloisita	-	-	-	-
Micas	+++	++	+++	++
Minerales presentes en la fracción arena	**Profundidad (cm)**			
	25 – 45	45 - 65	65 – 90	90 – 110
Biotita	Tr	3	1	Tr
Circón	Tr	Tr	Tr	Tr
Feldespato	23	15	22	10
Fragmentos de Toba	3	5	1	2
Granos Alterados	Tr	1	1	Tr
Hiperstena	Tr	Tr	Tr	Tr
Hornblenda	1	Tr	Tr	Tr
Magnetita	3	Tr	2	1
Vidrio volcánico	70	76	73	87

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	?
No Disponible	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.43, los suelos de esta unidad presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El primer horizonte es un A de color pardo oscuro a pardo, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el segundo es un horizonte Bw, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercer horizonte es un C1, de color pardo amarillento, textura arenosa franca, sin estructura (masivo), consistencia friable; el cuarto horizonte es un C2 de color pardo, textura arenosa franca, sin estructura (masivo), consistencia friable; el siguiente es un horizonte C3 de color pardo pálido, textura arenosa franca, sin estructura (masivo), consistencia friable; el último es un horizonte C4 de color pardo, textura franca, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.50, la porosidad total es muy alta en el primero, en el segundo y tercer horizonte es alta, domina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es baja en los dos primeros horizontes y muy baja en el último.

Según el Cuadro 4.51 y la Figura 4.43, la reacción del suelo varía de fuertemente ácida a ligeramente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es media en el primero, segundo y quinto, alta en el resto, la saturación de bases varía de baja a alta; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes el Potasio presenta valores altos, el Magnesio presenta valores medios, el Calcio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores medios en el primero y sexto horizonte, bajos en los restantes; presenta valores bajos de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

De acuerdo con el Cuadro 4.52, la fracción arcillosa del suelo presenta los siguientes minerales: micas en porcentaje abundante, intergrados 2:1-2:2, cuarzo, feldespatos, en porcentaje común, la caolinita e interestratificados presentan trazas; las especies minerales que existen dentro de la fracción arena son: vidrio volcánico en porcentajes dominantes, el feldespato es común, mientras que la biotita, circón, fragmentos de toba, granos alterados, hiperstena, hornblenda y magnetita se presentan en trazas.

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

Suelos minerales con horizontes superficiales de escasa evolución, de color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, con contenidos bajos de materia orgánica. Suelos moderadamente profundos, de texturas moderadamente gruesas, capacidad de intercambio de cationes media a alta, saturación de bases baja a alta y reacción fuertemente ácida a ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas que corresponden a un régimen isotérmico (entre 15.0-22.0°C).

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en filas y vigas, con pendientes moderadamente escarpadas, erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera y moderada y afloramientos rocosos en algunas áreas, son de vocación forestal por lo que son aptas para el manejo de los bosques naturales existentes y el establecimiento de plantaciones forestales.

Se recomienda mantener estos suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca y el sotobosque. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomiendan las pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas 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, las fases MSDf1 y MSDf2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-4, poseen de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una de las fases, 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.

4.3.1.22 Consociación Pacamán (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070909. Símbolo MSE

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del cerro Tzijbachaj del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; del caserío Tierra Linda del municipio de Sololá; finca Chuitziyutz del municipio de Concepción; caserío Pacamán, Pasocoj, Patzaj, Xepec del municipio de San Andrés Semetabaj; caserío Xequistel, cabecera del municipio de San Antonio Palopó y cabecera municipal de Santa Catarina Palopó. Abarca una extensión de 965 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo", (Código S), que se caracteriza por presentar rangos 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 altitudes 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 1,367 mm y una altitud media de 2,154 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*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y otros. En la Figura 4.44, se observa que la cobertura y uso de la tierra presenta bosque mixto y pequeñas áreas con agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) a fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de filas y vigas.



Figura 4.44. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, municipio de San Andrés Semetabaj; en la imagen se observa el bosque mixto y pequeñas áreas con agricultura (Foto: J. del Cid, 2010)

La unidad cartográfica está representada por el suelo modal Andic Humustepts, familia medial, isotérmica (PM 070909) en un 80%, por el suelo Typic Dystrustepts, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 040206) en un 15% y afloramientos rocosos en un 5% del área de la unidad.

La Consociación Pacamán, presenta las siguientes fases:

- **MSEf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (42 ha).
- **MSEf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (322 ha).
- **MSEfr2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), afloramientos rocosos, erosión moderada (54 ha).
- **MSEgr2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), afloramientos rocosos, erosión moderada (547 ha).

La inclusión de la unidad está representada por suelos del tipo Typic Dystrustepts, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 040206) en un 15%; estos se caracterizan por ser profundos, moderadamente drenados, de texturas finas y fertilidad alta, presentan erosión moderada, (ver detalles de la inclusión en el anexo B).

En la Figura 4.45, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

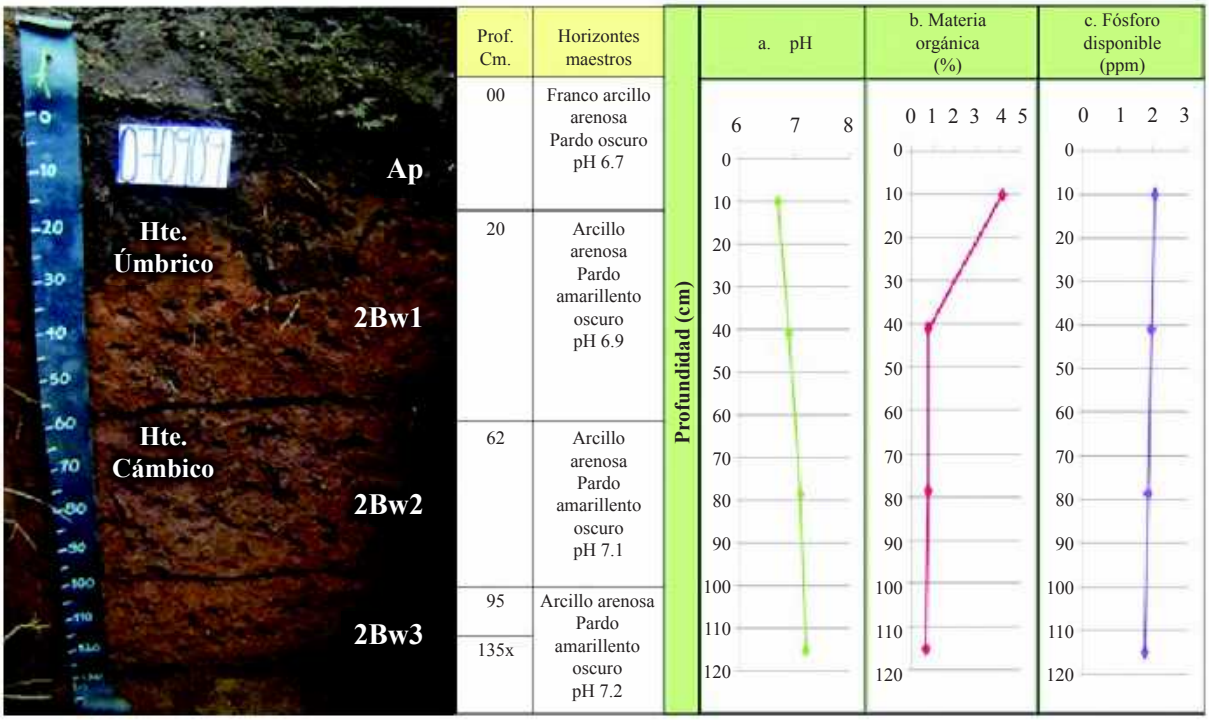


Figura 4.45. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal de la Consociación Pacamán; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010)

A) Descripción del perfil modal No. 070909

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070909:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Pacamán
Símbolo		MSE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Andrés Semetabaj
	Aldea	Pacamán
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino que va de Godínez a San Andrés Semetabaj
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 433579
		Latitud (Y): 1626862
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2244
	Línea de vuelo No.	448
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,140 m.s.n.m.

Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,164 mm.
	Temperatura promedio anual	15.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	135 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente moderadamente escarpada, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		19-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
20 – 62 cm. 2Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite gradual y plano.
62 – 95 cm. 2Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos y gruesos, tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra; límite gradual y plano.
95 – 135x cm. 2Bw3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friables, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra.

Cuadro 4.53. Resultados de los análisis físicos del perfil 070909

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	0.87	1.15	65.54	35.33				8.89	11.22	13.12	24.35
20-62	1.03	1.45	59.20	34.62				16.79	12.03	16.94	28.97

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	26.44			
20-62	17.83			

Cuadro 4.54. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070909

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	48.71	46.91	4.39	FA	FArA		6.7	2.20	4.18				2.06	7.52	Alta
20-62	39.67	49.51	10.82	F	ArA		6.9	0.40	0.76				1.97		
62-95	37.79	47.19	15.02	F	ArA		7.1	0.40	0.76				1.87		
95-135	36.08	48.49	15.44	F	ArA		7.2	0.34	0.65				1.78		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	25.06	12.53	12.53	12.32	9.49	1.43	1.20	0.21		38.67	5.71	4.79	0.84	
20-62	23.35	9.68	13.67	9.66	5.79	1.32	2.48	0.09		24.80	5.65	10.62	0.39	
62-95	21.65	10.66	10.99	10.65	8.19	1.37	0.89	0.21		37.83	6.33	4.11	0.97	
95-135	47.85	14.17	33.68	14.18	9.38	2.63	1.55	0.61		19.60	5.50	3.24	1.27	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	49.17	0.35	1.20	13.40	20.55	36.30	1.00	1.20		
20-62	41.38	6.30	1.25	51.80	24.70	38.50	0.67	2.60		
62-95	49.18	6.05	1.05	110.55	13.55					
95-135	29.64	3.85	1.05	38.25	9.75					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.45, los suelos presentan un perfil A-B de evolución moderada. En el horizonte Ap se destaca un color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte B se subdivide en 2Bw1, 2Bw2 y 2Bw3, presenta color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.53 la porosidad total es baja; en ella predomina la microporosidad. La humedad aprovechable es media hasta los 20 centímetros y baja en profundidad.

Según el Cuadro 4.54 y Figura 4.45, la reacción del suelo es neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es media en el primer y segundo horizonte y baja en el tercero; el contenido de materia orgánica es medio en el primero y bajo en los demás.

Con referencia a los cationes, el Calcio y Potasio presentan valores altos, el Magnesio presenta valores bajos. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos, el Hierro presenta valores medios en el primer horizonte y altos en profundidad, el Cobre presenta valores bajos en el primer horizonte y altos en profundidad, el Zinc presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de incipiente desarrollo genético en sus horizontes; su evolución se da especialmente en sus horizontes superficiales y asociados a la presencia de materia orgánica. Suelos con horizonte superficial oscuro, con contenidos medios de materia orgánica. Suelos profundos, de texturas finas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases media y reacción del suelo neutra. Permanecen secos por más de tres meses al año. Los suelos presentan una temperatura edáfica isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión moderada y severa son de vocación forestal, por lo que son aptas para actividades forestales de producción como plantaciones forestales o manejo forestal del bosque natural existente.

La fase de estos suelos, que posee pendientes fuertemente escarpadas (>75%), afloramientos rocosos y erosión moderada, presentan vocación la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con vocación forestal es necesario mantenerlos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca y el sotobosque. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable realizarlas plantando al contorno siguiendo las curvas de nivel; también se recomienda establecer pequeñas terrazas individuales; así como la confección de acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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, las fases MSEf2, MSEfr2, pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-4; la fase MSEf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1, por lo que ambas poseen vocación forestal.

La fase MSEgr2 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 de la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una de las fases, 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.

4.3.1.23 Asociación Tzumajul (ordenes Inceptisol y Entisol): Andic Humustepts, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica, (SSS, 2010) perfil modal 070612 – Typic Ustorthents, familia esquelética-arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica, (SSS, 2010) perfil modal 070608. Símbolo MSF

La Asociación Tzumajul se localiza a inmediaciones de los caseríos Camanchaj, Tzumajuí, Tzumajul, el cerro Tzamtzem la sierra Parraxquim, caserío Chamanchaj del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; cerro Xiquichó del municipio de Santa María Visitación. Tiene una extensión de 3,213 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 15.3 °C, precipitación anual media de 1,705 mm y una altitud 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 principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). En la Figura 4.46 se observa una panorámica de la cobertura boscosa dominante en la unidad.





Figura 4.46. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observa la cobertura boscosa presente en el área (Foto: J. del Cid, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre rocas graníticas (granito, granodiorita) en pendientes fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional en relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está integrada por los suelos Andic Humustepts, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica (PM 070612) en un 60% y los suelos Typic Ustorthents, familia esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica (PM 070608) en un 40% del área.

La Asociación Tzumajul presenta las siguientes fases:

- **MSFg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (1,093 ha).
- **MSFg2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión moderada (213 ha).
- **MSFg3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa (858 5ha).
- **MSFgp3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (1,049 ha).

- ***Suelos Andic Humustepts, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica, perfil modal 070612***

En la Figura 4.47, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posterior a la gráfica se hace una descripción completa del suelo en mención.

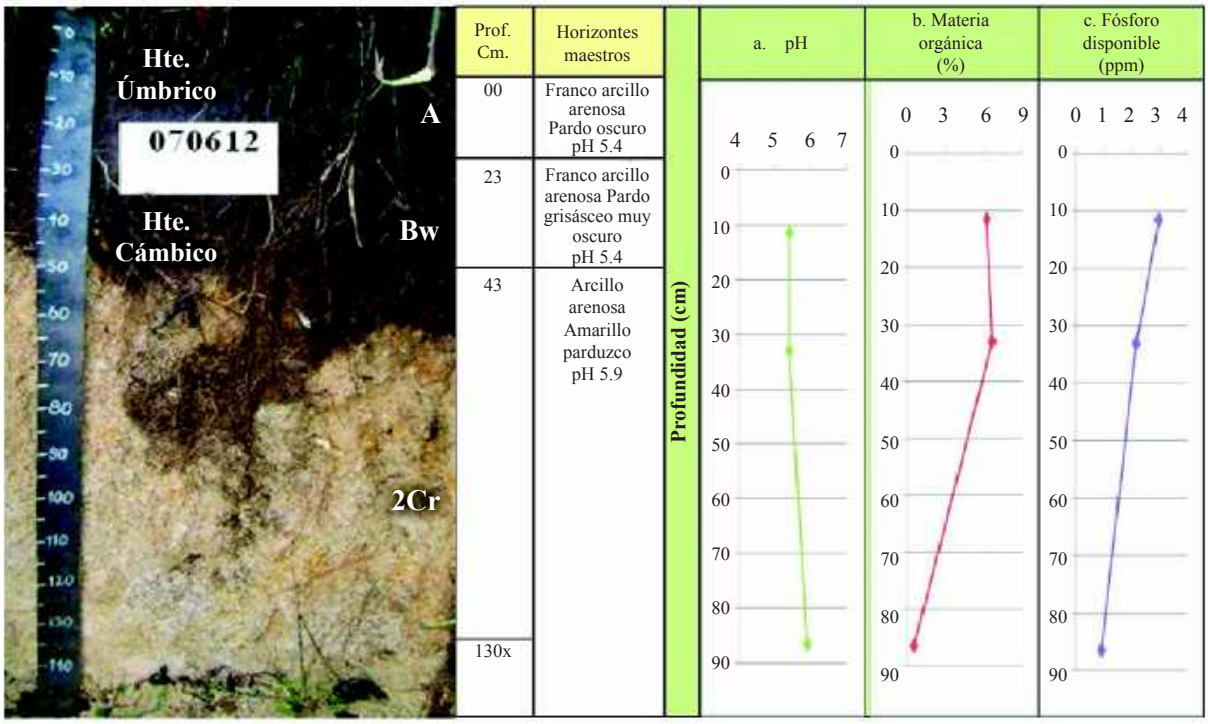


Figura 4.47. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil 070612; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: J. del Cid, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070612

A continuación se presenta la descripción de características externas e internas del PM 070612:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Asociación Tzumajul
Símbolo		MSF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Catarina Ixtahuacán
	Aldea	Tzumajul
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino que va de Santa María Visitación a Santo Tomás la Unión
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 410103
		Latitud (Y): 1629350
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2285
	Línea de vuelo No.	447
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Rocas graníticas (granito, granodiorita)
Altitud		2,113 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,698 mm.
	Temperatura promedio anual	14.5 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	15.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	43 cm.
	Limitante	Contacto paralítico
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca, drenaje excesivo, baja retención de humedad, erosión severa, contacto paralítico
Vegetación natural		Pino, ilamo, ciprés.
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		24-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 23 cm. A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.4, reacción fuertemente ácida; límite claro y plano.
23 – 43 cm. Bw	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; muchas 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 5.4, reacción fuertemente ácida; límite gradual y ondulado.
43 – 130x cm. 2Cr	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, reacción moderadamente ácida.

Cuadro 4.55. Resultados de análisis físicos del perfil 070612

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	0.80	1.32	57.92	31.58				12.77	17.91	21.48	39.39
23-43	0.99	1.41	32.83	25.45				11.19	6.70	23.09	29.79
43-130	1.23	1.96	67.20	7.49				3.02	33.09	4.15	37.24

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-23	18.81			
23-43	14.26			
43-130	4.47			

Cuadro 4.56. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 070612

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	57.71	40.80	1.50	FA	FArA	5	5.4	3.29	6.26				2.97	5.92	Media
25-43	55.43	43.07	1.51	FA	FArA	10	5.4	3.53	6.70				2.16		
43-130	65.17	33.38	1.45	FA	ArA		5.9	0.31	0.58				0.90		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	5.50	2.57	2.93	2.43	0.73	1.18	0.31	0.22	0.14	13.23	21.37	5.66	4.00	5.4
25-43	10.50	1.60	8.90	1.54	0.34	0.63	0.31	0.26	0.06	3.28	5.97	2.96	2.49	3.7
43-130	5.00	2.32	2.68	2.32	0.73	1.24	0.15	0.20		14.56	24.76	2.96	4.05	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-23	44.26	0.55	0.20	22.36	3.63	50.50	0.98	0.97		
23-43	14.70	0.44	0.20	16.80	2.34	59.40	0.79	0.58		
43-130	46.33	0.25	0.20	3.31	1.70	8.70				

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 química.

- ***Suelos Typic Ustorthents, familia esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 070608***

En la figura 4.48, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posterior a la gráfica se hace una descripción completa del suelo en mención.

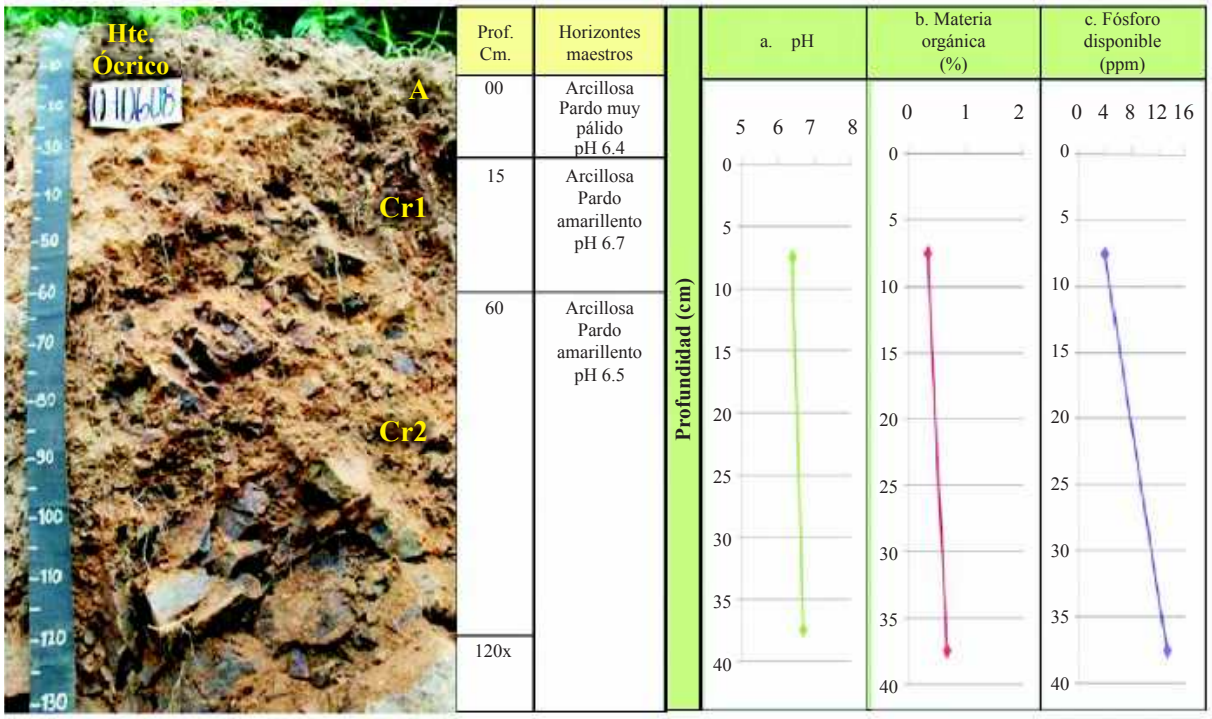


Figura 4.48. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil 070608; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible (Foto: C. García, 2010)

C). Descripción del perfil modal No. 070608

A continuación se presenta la descripción de características externas e internas del PM 070608:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Asociación Tzumajul
Símbolo		MSF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Ustorthents, familia esquelética-arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Catarina Ixtahuacán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	A 1 km del cruce a la aldea Chirijmay
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 405014
		Latitud (Y): 1632952
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2363
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Rocas graníticas (granito, granodiorita)
Altitud		2,029 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,396 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	15 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%

Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente fuertemente escarpada, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión severa
Vegetación natural		Pino, ílamo
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		13-10-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm. A	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%) y poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
15 – 60 cm. Cr1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%) y abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
60 – 120x cm. Cr2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%) y abundante piedra (50%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.

Cuadro 4.57. Resultados de análisis físicos del perfil 070608

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	1.33	1.55	26.53	15.92				8.52	5.68	8.52	14.19
15-60	1.43	1.54	55.86	41.86				11.04	1.79	5.35	7.14

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-15	7.40			
15-60	30.82			

Cuadro 4.58. Resultados de análisis químicos del perfil 070608

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	54.76	41.76	3.49	FA	Ar	25	6.4	0.18	0.34				3.90		
15-60	60.88	37.66	1.46	FA	Ar	60	6.7	0.36	0.68				13.24	5.88	Media
60-120					Ar										

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-15	8.50	6.23	2.27	6.23	0.83	3.45	0.16	1.79		9.76	40.59	1.88	21.06	
15-60	7.50	12.93		12.93	5.78	3.67	0.11	3.37		77.07	48.93	1.47	44.93	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-15	73.42	0.36	0.20	15.46	7.64	9.60	0.07	0.27	0.03	
15-60	SAT	0.28	0.20	33.24	16.78	12.70	0.06	0.55		

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 química.

E). Interpretación de la morfología del perfil y los resultados de laboratorio

Perfil modal 070612

De acuerdo con la Figura 4.47, los suelos presentan un perfil A-B-C de evolución moderada. El horizonte A se destaca por presentar un color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Bw, presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte C es del tipo 2Cr, presenta color amarillo pardusco, textura arcillo arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia firme.

En el Cuadro 4.55 se observa que la porosidad total es media en el primero y segundo horizonte y baja en el segundo; en ella predomina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es baja en los primeros horizontes y muy baja en el último.

Como se observa en el Cuadro 4.56 y Figura 4.47, la reacción del suelo varía de fuerte a moderadamente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es baja y la saturación de bases es baja en el segundo horizonte y media en el primero y tercer horizonte; el contenido de materia orgánica es alto y desciende en profundidad.

Respecto a los cationes, el Potasio presenta valores medios en los dos primeros horizontes y bajos en el tercero, el Calcio y Magnesio presentan valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención fosfórica se estima como media.

Con referencia a los elementos menores, el Hierro presenta altos valores en el primer horizonte y disminuye en profundidad, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

Perfil modal 070608

En la Figura 4.48 se observa un perfil A-C de baja evolución. El horizonte A presenta un color pardo muy pálido, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte C se subdivide en Cr1 y Cr2, presenta color pardo amarillento, textura arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia friable.

En el Cuadro 4.57 se observa que la porosidad total es baja; en ella predomina la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja a los 15 centímetros y alta en profundidad.

Según el Cuadro 4.58 y la Figura 4.48, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es baja y la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Magnesio presenta valores medios, el Calcio presenta valores medios en el segundo horizonte y bajos en el primero, el Potasio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos hasta los 15 centímetros y medios en profundidad, la retención fosfórica es baja.

De los elementos menores el Hiero y el Manganeso presentan altos valores en el segundo horizonte y medios en el primero, el Cobre y el Zinc presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

F). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de la UCS

Las características principales y las recomendaciones de uso y manejo se ofrecen con base al suelo dominante en la unidad cartográfica que es el Andic Humustepts, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica, perfil modal 070612.

Suelos minerales de incipiente desarrollo genético en sus horizontes. Suelos con horizontes superficiales pardos con contenidos medios y bajos de materia orgánica. Suelos muy superficiales a superficiales, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes baja y media, saturación de bases media a baja y reacción del suelo fuertemente ácida a neutra. Presentan déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Sus limitantes principales son: pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera a severa, deficientes precipitaciones en un semestre del año. En algunas áreas se encuentra pedregosidad superficial.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes fuertemente escarpadas (>75%), pedregosidad superficial, erosión ligera, moderada y severa, presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Los suelos poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, en estos debe conservarse el bosque existente; propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados por medio de plantar especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

G). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de la UCS

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MSFg1 y MSFg2 pertenecen 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; las fases MSFg3 y MSFgp3 pertenecen a la clase VIII subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, por lo también son tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa y 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.

4.3.1.24 Consociación Cerro La Cruz (orden Entisol): Lithic Ustorthents, familia arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071707. Símbolo MSG

La Consociación Cerro La Cruz se encuentra localizada a inmediaciones de los parajes Chuazanaí, Pachichoc y Pachité y cerro La Cruz del municipio de San Juan La Laguna; laderas del cerro Cristiano en los municipios de San Pablo La Laguna y Santa Clara La Laguna. Abarca una extensión de 135 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 mm anuales, los suelos se ubican a una altitud de 1,800 a 2,300 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 16.5 °C, precipitación anual media de 1,115 mm 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 principales especies indicadoras son: encino (*Quercus* spp.), pino de ocote (*Pinus montezumae*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). En la Figura 4.49 se observa que el cobertura predominante es el bosque mixto (pino y encino) con pequeñas áreas de agricultura.



Figura 4.49. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, en la foto se observa bosque mixto y pequeñas áreas para agricultura (Foto: O. Hernández, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre rocas graníticas (granito, granodiorita), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de filas y vigas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Lithic Ustorthents, familia arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica (PM 071707), en un 90% del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.
La Consociación Cerro La Cruz, presenta la siguiente fase:

- **MSGfp3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial y erosión severa (135 ha).

En la Figura 4.50, se presenta la morfología del perfil modal y la profundidad de los horizontes. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

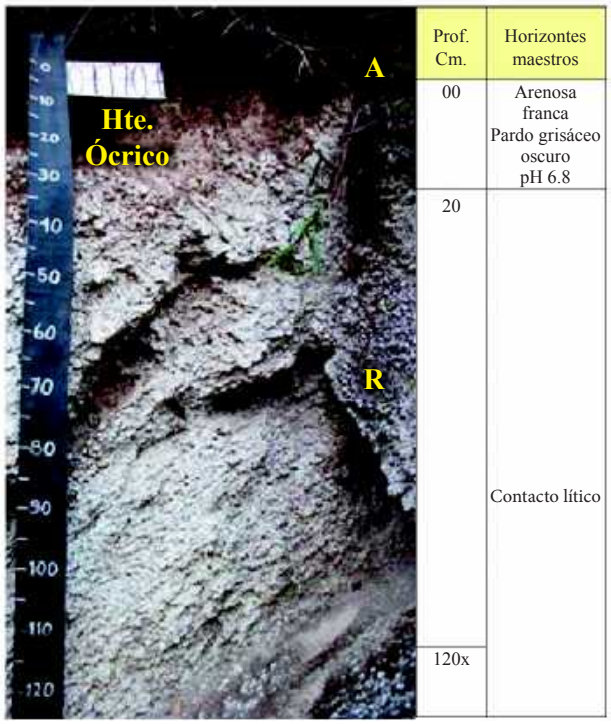


Figura 4.50. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del perfil modal de la consociación Cerro la Cruz (Foto: O. Hernández, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071707

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071707:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Cerro La Cruz
Símbolo		MSG
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Lithic Ustorthents, familia arenosa, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Juan La Laguna
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerro La Cruz
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 415040
		Latitud (Y): 1625609
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2194
	Línea de vuelo No.	449
	Bloque No.	04

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Rocas graníticas (granito, granodiorita)
Altitud		1,604 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 - 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,092 mm.
	Temperatura promedio anual	16.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	5 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	20 cm.
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Bosque mixto y agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca, presencia de contacto lítico, erosión severa, pedregosidad superficial.
Vegetación natural		Bosque mixto, arbustos, pastos naturales
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		20-10-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. A	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, finos y medios, débil; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, medianos, vesiculares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
20 – 120x cm. R	Rocas graníticas.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071707:

Cuadro 4.59. Resultados de los análisis físicos del perfil 071707

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	1.44	1.52	55.31	44.26				20.57	1.05	4.21	5.26

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	23.69			

Cuadro 4.60. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071707

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	01:01	%	%	%	**	%	Ppm	Valor	Calific.
0-20	69.04	29.5	1.45	FA	AF	30	6.8	2.69	5.11				3.6	5.84	Media

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	14	5.8	8.2	5.76	2.75	1.26	0.13	1.62		19.64	9	0.93	11.57	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	41.15	0.99	0.2	5.85	1	23.5				

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo a la Figura 4.50 los suelos presentan un perfil A-R de baja evolución. El horizonte A presenta un color pardo grisáceo oscuro, textura arenosa franca, estructura en gránulos y consistencia friable. El horizonte R está formado de rocas graníticas.

El Cuadro 4.59 muestra que la porosidad total es baja; en ella predomina la microporosidad. La humedad aprovechable es media. Según el Cuadro 4.60, la reacción del suelo es neutra, la capacidad

de intercambio de cationes y la saturación de bases presentan valores medios. El contenido de materia orgánica es alto.

De los cationes, el Calcio, Magnesio y Potasio presentan valores bajos; los valores de Fósforo disponible son bajos y el suelo presenta valores bajos de retención fosfórica.

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

Suelos minerales de muy baja evolución genética, con contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte. Suelos muy superficiales, de texturas gruesas, capacidad de intercambio de cationes y saturación de bases media, reacción del suelo neutra. Tienen contacto con rocas a menos de 50 cm de profundidad. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C que corresponden a un régimen isotérmico.

Los suelos presentan las siguientes limitantes: pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, mediana pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estos suelos son de vocación forestal, por lo que tienen aptitud para implementar actividades forestales tales como el establecimiento de plantaciones forestales y manejo productivo del bosque natural.

Se recomienda mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca y el sotobosque existente. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas plantando al contorno siguiendo las curvas de nivel y realizar pequeñas terrazas individuales; asimismo, es necesario establecer acequias y pozos de infiltración y establecer medidas 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 MSGfp3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1, son de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos, 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.

4.3.1.25 Consociación EFA-Sololá (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070101. Símbolo MSH



Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del paraje Chuinoxtín, del municipio de Concepción; en los caseríos Patzaj, Tocaché, Xejuyú; finca Tzaraya; parajes Ídolos, Pacamán El Mirador, del municipio de San Andrés Semetabaj; caseríos El Porvenir Chipop, Chuiquistel, finca Santa Rita (guardianía de la finca Vista Hermosa) del municipio de San Antonio Palopó; aldea Panyevar, caseríos Cipresales, Panacal del municipio de San Juan La Laguna; el caserío Pajomil en el municipio de San Marcos La Laguna; los caseríos Chacap, Chitún, Montecristo, Paquib del municipio de Santa Clara La Laguna; Chuitzanchal del municipio de Santa Cruz La Laguna; caserío Chuipoj del municipio de Santa María Visitación; aldeas Sacsiguán, San Isidro; caseríos El Adelanto, La Esperanza, Los Yaxón, Nueva Esperanza, Peña Blanca Sacsiguán, barrios San Antonio, San Bartolo, colonia Miralinda, Peña Blanca, San Francisco, escuela de formación agrícola EFA del municipio de Sololá; cabecera municipal de Santa Catarina Ixtahuacán y la cabecera municipal de Santa Catarina Palopó. Abarca una extensión de 3,289 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 14.9 °C, precipitación anual media de 1,319 mm y una altitud media de 2,112 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) 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. En la Figura 4.51 se observa que la cobertura vegetal es bosque mixto y el uso predominante es agrícola.



Figura 4.51. Lomas en paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observa la vegetación natural y cultivos de hortalizas en el municipio de Sololá (Foto: D. López, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de lomas.

La unidad cartográfica está integrada por el suelo modal Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isotérmica (PM 070101) en un 70%; suelos del tipo Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PI 070102) en un 20% y los suelos Andic Dystrustepts, familia ceniza, isotérmica (PI 071204) en un 10% del área.

La Consociación EFA-Sololá presenta las siguientes fases:

- **MSHc2:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión moderada (381 ha).
- **MSHd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (70 ha).
- **MSHd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (282 ha).
- **MSHdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (28 ha).
- **MSHdp2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), poca pedregosidad superficial, erosión moderada (21 ha).

- **MSHe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (2,026 ha).
- **MSHep2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (481 ha).

Las inclusiones de la consociación corresponden a los suelos Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PI 070102) los cuales se caracterizan por ser profundos, bien drenados, de texturas finas, con saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fuerte reacción al NaF, fertilidad alta, con pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada y los suelos Andic Dystrustepts, familia ceniza, isotérmica (PI 071204) son superficiales, de texturas finas, bien drenados, con saturación de bases media a alta, fertilidad alta y erosión ligera. (Ver detalles de las inclusiones en el anexo B).

En la Figura 4.52, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

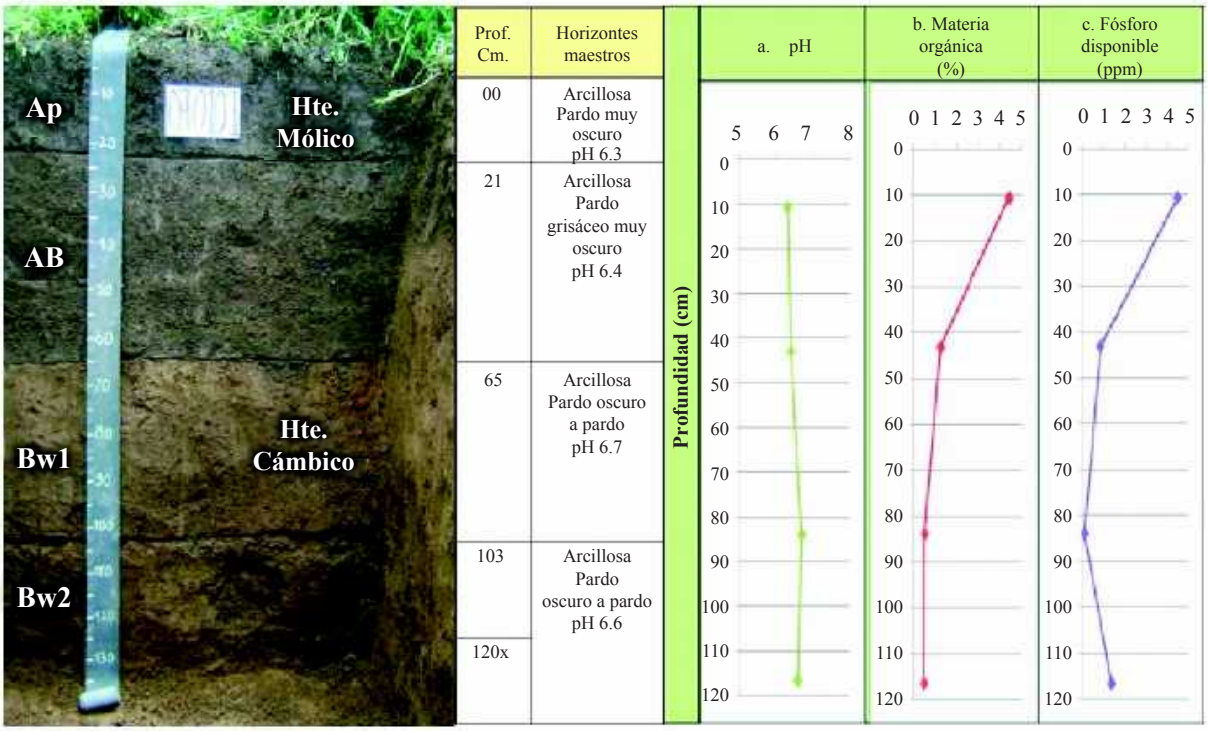


Figura 4.52. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil 070101; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: D. López, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070101

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070101:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación EFA - Sololá
Símbolo	MSH

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Escuela de Formación Agrícola – EFA
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 428140
		Latitud (Y): 1632317
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2343
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,040 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,273 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento a medio
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	103 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Hortalizas
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		16-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 21 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción neutra; límite claro y plano.
21 – 65 cm. AB	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; pocas raíces, muy finas y finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, reacción neutra; límite claro y plano.
65 – 103 cm. Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; pocas 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 moderadamente ácida; límite difuso.
103 – 130x cm. Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, tubulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra.

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

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070101

Cuadro 4.61. Resultados de los análisis físicos del perfil 070101

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	1.09	1.18	34.41	33.91				17.47	0.11	7.52	7.63
21-65	1.17	1.43	36.31	27.41				15.38	4.46	13.73	18.18

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-21	16.44			
21-65	12.03			

Cuadro 4.62. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070101

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.
0-21	35.02	51.18	13.79	FL	Ar		6.3	2.32	4.41				4.53	6.36	Media
21-65	42.19	44.17	13.64	F	Ar		6.4	0.67	1.27				0.86		
65-103	34.42	53.01	12.57	FL	Ar		6.7	0.28	0.53				0.11		
103-130	31.36	51.78	16.86	FL	Ar		6.6	0.27	0.50				1.40		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-21	30.19	15.67	14.52	15.67	10.98	3.44	1.11	0.15		36.36	11.39	3.67	0.49	
21-65	33.61	9.44	24.17	9.44	5.48	2.40	1.44	0.12		16.30	7.15	4.27	0.36	
65-103	37.03	12.47	24.56	12.47	8.29	2.96	0.70	0.51		22.40	8.00	1.89	1.39	
103-130	34.18	12.33	21.84	12.33	8.94	2.44	0.25	0.70		26.16	7.12	0.74	2.06	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-21	51.92	1.15	3.45	30.00	83.55	19.60	0.56	2.20
21-65	28.08	2.65	1.45	80.05	33.90	31.40	0.47	2.00
65-103	33.67	2.00	3.20	27.75	12.05			
103-130	36.09	2.00	3.35	61.45	15.00			

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 química.

Cuadro 4.63. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil 070101

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	21 - 65	65 – 103
Cristobalita	Tr	Tr
Caolinita	++	+
Feldespatos	Tr	+
Intergrados 2:1 - 2:2	Tr	-
Material no cristalino	+++	+++
Metahaloisita	Tr	Tr
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	21 - 65	65 – 103
Anfiboles	7	6
Circón	tr	Tr
Cuarzo	26	24
Feldespatos Plagioclasas	25	15
Opacos	10	16
Piroxenos	23	25
Productos de alteración	7	9
Vidrio volcánico	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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.52 los suelos presentan un perfil A-B de evolución moderada. El horizonte A se subdivide en Ap y AB, presenta un color pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, presenta color pardo oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y angulares, consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.61, la porosidad total es baja; en ella predomina la microporosidad. La humedad aprovechable es baja. Según el Cuadro 4.62 y Figura 4.52, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es alta hasta los 21 centímetros y baja en profundidad. El contenido de materia orgánica es medio en el primero y bajo en los demás.

Con respecto a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan valores altos; el Magnesio presenta valores medios. Los valores de Fósforo disponible son bajos y el suelo presenta valores de bajos a medios con respecto a la retención de fósforo.

De los elementos menores el Hierro y el Manganeso presentan altos valores; el Cobre presenta valores de bajos a medios en profundidad y el Zinc presenta valores de medios a bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

De acuerdo con el Cuadro 4.63, la composición mineralógica del suelo se caracteriza por el dominio de materiales no cristalinos en la fracción arcilla; la caolinita se presenta en el rango de 15-30%, los demás minerales son muy escasos. En la fracción arena son comunes los feldespatos Plagioclasa, el cuarzo y los piroxenos; otros componentes (anfíboles y productos de alteración y opacos) están presentes en porcentajes menores. Los minerales y materiales que integran estas fracciones indican grados bajos de alteración, dados por la abundancia de minerales alterables (ejemplo piroxenos y anfíboles). Procesos de alteración responsables de la dominancia de materiales amorfos en las arcillas y algunos productos de ella en las arenas. Con los resultados descritos se comprueba el material de origen de estos suelos (piroclastos no consolidados de composición dominantemente félsicas), por lo tanto dan soporte y explicación de los subgrupos ándicos descritos en su taxonomía.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, su evolución se presenta en el horizonte superficial y se asocia a sus contenidos de materia orgánica. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) asociados a los compuestos amorfos y al aluminio activo. Suelos profundos, de texturas finas, capacidad de intercambio de cationes alta y saturación de bases alta a baja y la reacción del suelo es ligeramente ácida a neutra. Presentan déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 a 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para su uso y manejo son: pendientes de moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año. Algunas áreas presentan pedregosidad superficial.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y erosión moderada; las que presentan pendientes fuertemente inclinadas (12-25 %) y erosión ligera; pendientes fuertemente inclinadas (12-25 %) y erosión moderada; pendientes fuertemente inclinadas (12-25 %), pedregosidad superficial y erosión ligera, todas son de vocación agrícola, son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión moderada; pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), pedregosidad superficial y erosión moderada, poseen 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.

En los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, realizar acequias de ladera y pozos de infiltración. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad de los suelos, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo, 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 MSHc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-1; la fase MSHd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-4; las fases MSHd2 y MSHdp2 pertenecen a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-3. Todas estas fases son de vocación agrícola.

Las fases MSHe2 y MSHep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3; la fase MSHdp1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-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.

4.3.1.26 Consociación Pachitur (orden Inceptisol): Humic Dystrustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, mezclada, superactiva, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040403. Símbolo MSI

La Consociación Pachitur se localiza a inmediaciones del poblado Pacamán y la finca Chuti Estancia, aldea Caliaj, caseríos Panimaché III, Panalachaj, Chuisajcá del municipio de San Andrés Semetabaj;

abarca una extensión de 332 hectáreas. Esta unidad cartográfica 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).

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 14.9 °C, precipitación anual media de 1,448 mm y una altitud media de 2,114 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. De acuerdo con la Figura 4.53, el uso predominante de la tierra es la agricultura.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de lomas.



Figura 4.53. Lomas en paisaje de montaña volcano-erosional con agricultura, en el municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: C. García 2010)

La unidad cartográfica está conformada por el suelo modal Humic Dystrustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, mezclada, superactiva, isotérmica (PM 040403) en un 80% y por el suelo Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PI 041403) en un 20% del área.

La Consociación Pachitur, presenta las siguientes fases:

- **MSIb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (19 ha).
- **MSId1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (13 ha).
- **MSIe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (14 ha).
- **MSIe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (286 ha).

La inclusión de la unidad corresponde a los suelos Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica, los cuales se caracterizan por ser profundos, moderadamente drenados, con texturas moderadamente gruesas y fertilidad alta, son muy productivos, con cultivos limpios de maíz y frijol. Estos suelos fueron descritos previamente en el levantamiento de suelos realizado en el departamento de Chimaltenango (ver detalles de la inclusión en el anexo B).

En la Figura 4.54, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

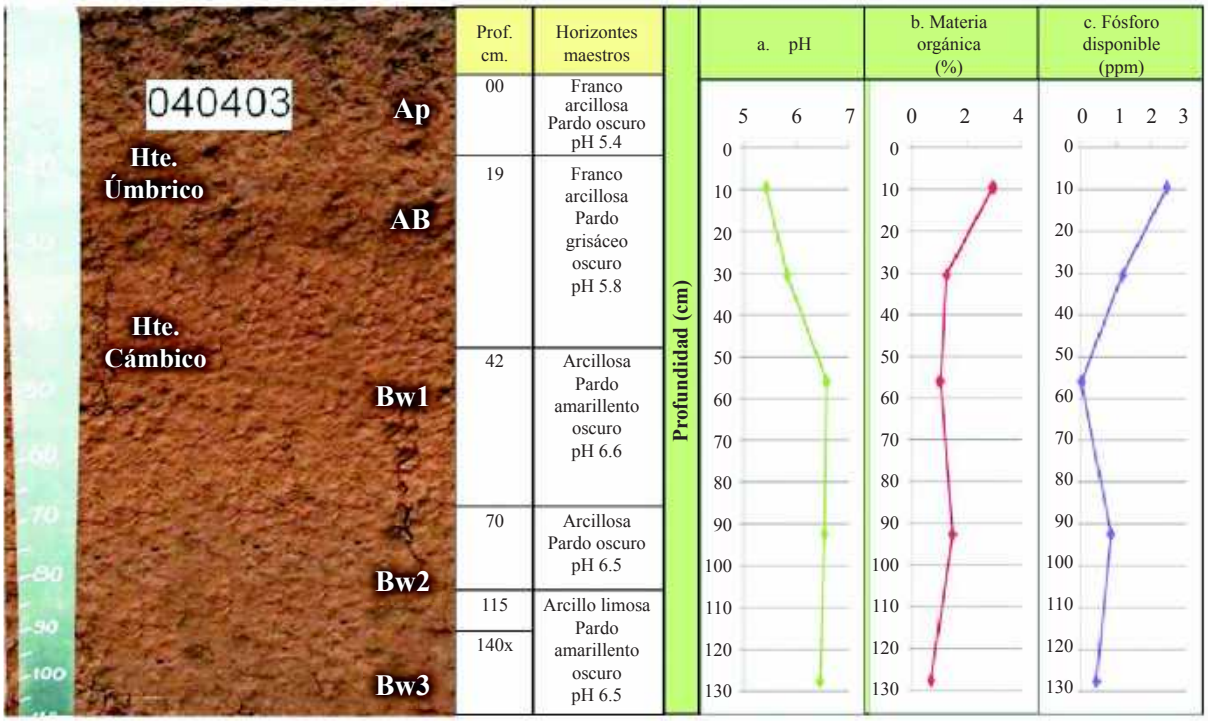


Figura 4.54. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Pachitur; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Moscoso, 2007)

A). Descripción del perfil modal No. 040403

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040403 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 Sololá.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Pachitur
Símbolo		MSI
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Humic Dystrustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, mezclada, superactiva, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Juan Comalapa
	Aldea	Pachitur
	Caserío, sector, sitio, finca	Terreno de Alejandro Catú
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 459537
		Latitud (Y): 1629035
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8,447
	Línea de vuelo No.	216
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclastos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,134 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,027 mm
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	115 cm.
	Limitante	Sin limitaciones

Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Pendiente ligeramente escarpada
Vegetación natural		No hay
Describió		Salvador García Benítez
Fecha de descripción		26-05-2007

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 19 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, muy finos y finos, tubulares, continuos; muchas raíces, muy finas y finas, vivas y de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.4, reacción fuertemente ácida; límite gradual y plano.
19 – 42 cm AB	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) y pardo amarillento oscuro (10YR4/4), frecuentes (8%); textura de campo y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; muchas raíces, muy finas y finas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite gradual y plano.
42 – 70 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4) y pardo oscuro (7.5YR3/2) frecuentes (20%); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo muy firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, muy finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, muy finas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite difuso.
70 – 115 cm Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques angulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, muy finos, tubulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
115 – 140x cm Bw3	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, muy finos, tubulares, continuos; no hay raíces; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.

Cuadro 4.64. Resultados de los análisis físicos del perfil 040403

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	0.63	2.48	31.57	29.76				22.13	4.28	70.32	74.6
19 – 42	1.03	2.63	25.25	22.42				19.8	6.82	54.02	60.84
42 – 70	1.13	2.31	74.83	62.86				55.17	8.17	42.91	51.08

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 19	7.63
19 – 42	2.62
42 – 70	7.69

Cuadro 4.65. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040403

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag Gruesos*	pH	C.O.	M.O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad**	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	01:01	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0 – 19	37.91	28.81	33.28	FAr	FAr		5.4	1.56	2.96				2.45		
19 – 42	24.66	42.09	33.25	FAr	FAr		5.8	0.66	1.25				1.17		
42 – 70	4.45	29.02	66.53	Ar	Ar		6.6	0.54	1.03				ND	6.79	Alta
70 – 115	9.5	30.05	60.45	Ar	Ar		6.5	0.78	1.48				0.85		
115 – 140	19.02	47.7	33.28	Ar	ArL		6.5	0.36	0.68				0.43		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 19	20.37	10.03	10.34	9.78	6.6	1.77	1.19	0.22	0.25	32.41	8.68	5.84	1.07	1.23
19 – 42	18.17	8.95	9.22	8.95	6.59	1.36	0.85	0.15		36.27	7.47	4.7	0.82	
42 – 70	44.59	20.3	24.29	20.3	15.82	2.16	1.67	0.65		35.49	4.84	3.74	1.45	
70 – 115	35.23	20.34	14.9	20.34	15.51	2.04	2.01	0.77		44.03	5.78	5.72	2.19	
115 – 140	29.73	18.39	11.34	18.39	14.14	2.32	1.43	0.5		47.57	7.82	4.8	1.67	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 19	48.01					15.9	0.17	0.23	
19 – 42	49.26					17.9			
42 – 70	45.53					9.2			
70 – 115	57.72								
115 – 140	61.86								

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 química.

Cuadro 4.66. Resultados del análisis mineralógico del perfil inclusión 041403

Minerales presentes en la fracción arena	Profundidad (cm)		
	19 - 42	42 - 70	70 – 115
Biotita	1%	Tr	-
Circón	Tr	-	-
Feldespatos	44%	63%	54%
Fragmentos de Toba	1%	2%	Tr
Granos Alterados	1%	1%	1%
Hiperstena	14%	11%	8%
Hornblenda	3%	10%	12%
Magnetita	23%	4%	16%
Vidrio volcánico	3%	2%	2%
Diópsido	Tr	Tr	Tr
Lamprobolita	Tr	3%	4%
Hematina	Tr	2%	1%
Fitolitos	-	Tr	-
Cuarzo	-	2%	2%
Fragmentos Líticos	-	-	-

Minerales presentes en la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	19 - 42	42 - 70	70 – 115
Intergrados 2:1 - 2:2	-	-	-
Caolinita	-	-	-
Cuarzo	-	-	-
Feldespatos	-	-	-
Haloisita	++	++	++
Interestratificados	-	-	-
Material no Cristalino	++++	++++	++++
Metahaloisita	++	-	-
Micas	-	-	-

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

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Según la Figura 4.54 los suelos presentan un perfil A-B de evolución incipiente. El horizonte Ap presenta color pardo oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable, el horizonte AB es un transicional que presenta color pardo grisáceo oscuro, estructura en bloques subangulares y consistencia firme. El horizonte B se subdivide en Bw1, Bw2 y Bw3, presenta color pardo oscuro y pardo amarillento oscuro, estructura en bloques angulares y consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.64 la porosidad total es muy alta hasta los 42 centímetros y alta en profundidad; en ella predomina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es muy baja. De acuerdo con el Cuadro 4.65 y Figura 4.54, la reacción del suelo varía de fuertemente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es media hasta los 70 cms y alta en profundidad. El contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes el Calcio y Potasio presentan valores altos; el Magnesio tiene valores medios; los valores de Fósforo disponible son bajos y el suelo presenta valores bajos de retención fosfórica.

Según los resultados de mineralogía realizados para el perfil inclusión y que se muestran en el Cuadro 4.66, los minerales que predominan en la fracción arenosa son los feldespatos, seguidos por magnetita, piroxenos y anfíboles. En la fracción arcillosa dominan los materiales no cristalinos, es común la presencia de haloisita y en menores cantidades metahaloisita. Los minerales de ambas fracciones se vinculan con bajos grados de alteración de materiales piroclásticos, ya que abundan los minerales fácilmente alterables (ferromagnesianos); ello correlaciona con la gran cantidad de materiales amorfos en las arcillas y su transformación a arcillas como haloisita y metahaloisita.

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

Suelos minerales de incipiente evolución genética, de origen volcánico, derivados de ceniza y pómez, con bajo contenido de materia orgánica. Suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases media a alta y reacción del

suelo de fuertemente ácida a neutra. Permanecen secos por más de tres meses consecutivos durante el año, lo que permite solo una cosecha en condiciones naturales. Los suelos presentan temperaturas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes que se presentan en estos suelos son: pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera a moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y erosión ligera; y las fases con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión ligera, poseen vocación agrícola, por lo que son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) erosión ligera y moderada, son de vocación agroforestal y silvopastoril, son aptas para la implementación de arreglos agroforestales con cultivos perennes y/o establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas, las prácticas deben intensificarse según el aumento de la pendiente. Si se debe arar, se recomienda realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas, deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo, 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 MSId1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-4; la fase MSIb1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-3; son suelos de vocación agrícola.

Las fases MSIe1 y MSIe2 pertenecen 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.

4.3.1.27 Consociación Xepec (orden Inceptisol): Andic Dystrustepts, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070905. Símbolo MSJ

Los suelos de esta unidad cartográfica se encuentran ubicados a inmediaciones del caserío Xepec y finca Carmel Juyú del municipio de San Andrés Semetabaj; el caserío El Potrero del municipio de Sololá; Finca Chuitziyutz del municipio de Concepción y la cabecera del municipio de Santa Catarina Palopó. Abarca una extensión de 159 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 anual media de 1,194 mm y una altitud media de 2,196 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*). La panorámica de la Figura 4.55, muestra que la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto y agricultura.



Figura 4.55. Lomas en paisaje de montaña volcano-erosional, con agricultura y relictos de bosque mixto municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: C. García, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas) en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de lomas.

La unidad cartográfica está compuesta por un suelo Andic Dystrustepts, familia medial, isotérmica, (PM 070905), en un 90% del total del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Xepec, presenta la siguiente fase:

- **MSJe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (159 ha).

En la figura 4.56, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

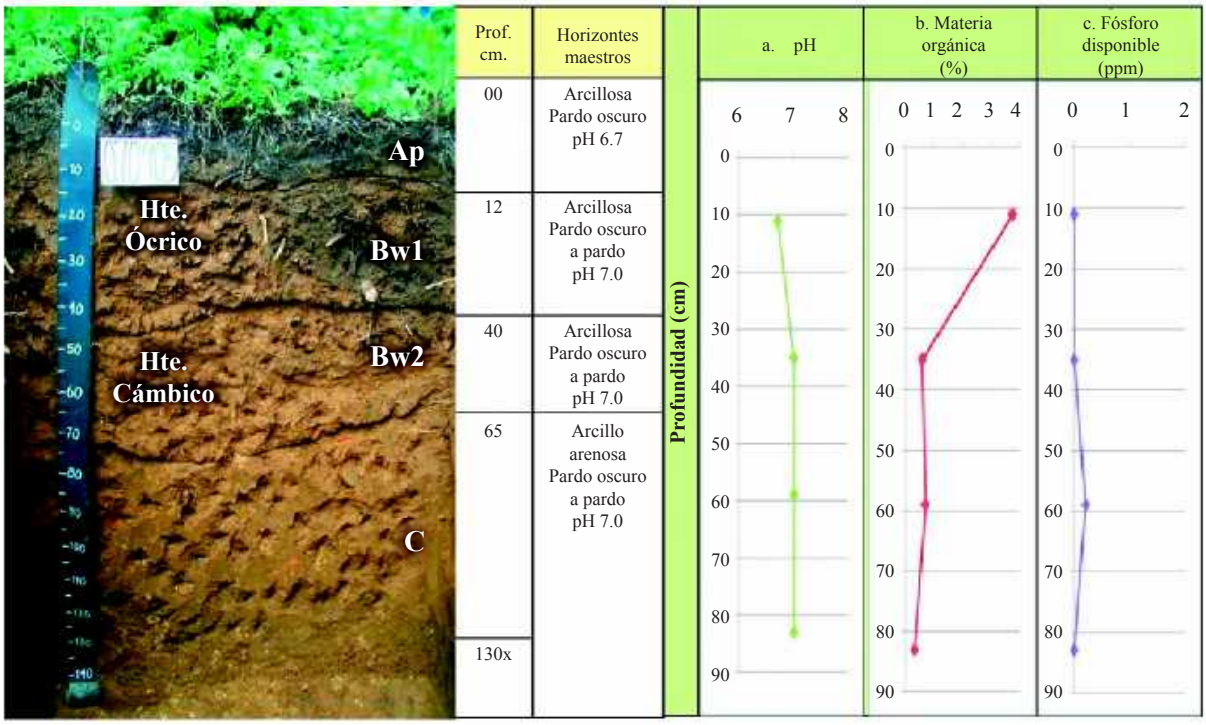


Figura 4.56. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Xepec; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: D. López, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070905

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070905:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Xepec
Símbolo		MSJ
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Dystrustepts, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Andrés Semetabaj
	Aldea	Xepec
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 433134
		Latitud (Y): 1627665
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2244
	Línea de vuelo No.	448
	Bloque No.	04

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Laderas
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,141 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,191 mm.
	Temperatura promedio anual	15.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento a medio
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada
Vegetación natural		Pino
Describió		Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		18-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 12 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (3%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medios, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
12 – 40 cm. Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (3%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
40 – 65 cm. Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medios, tubulares e irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite difuso.
65 – 130x cm. C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; muchos poros, finos, tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra.

Cuadro 4.67. Resultados de los análisis físicos del perfil 070905

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
0-12	0.89	1.19	70.71	35.1				19.08	12.7	12.51	25.21
12.-40	0.92	1.69	75.63	40.84				23.03	20.96	24.6	45.56
40-65	0.96	1.05	90.83	44.74				25.13	4.35	4.22	8.57

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-12	16.02			
12.-40	17.81			
40-65	19.61			

Cuadro 4.68. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070905

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	01:01	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0-12	45.29	50.28	4.43	FL	Ar	3	6.7	1.98	3.76				N.D.	7.33	Alta
12.-40	37.36	51.54	11.09	FL	Ar	3	7	0.32	0.6				N.D.		
40-65	42.43	51.17	6.41	FL	Ar	5	7	0.38	0.71				0.2		
65-130	41.83	49.6	8.57	F	ArA		7	0.18	0.34				N.D.		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-12	27.34	13.75	15.24	13.75	9.3	1.81	2.56	0.08		34.31	0.29	9.36	0.29	
12.-40	28.48	11.08	17.81	11.08	8.79	0.66	1.38	0.25		30.86	0.88	4.85	0.88	
40-65	31.33	12.8	19.5	12.8	10.79	1.32	0.36	0.34		34.44	1.09	1.15	1.09	
65-130	31.9	14.08	19.32	14.08	11.21	1.81	0.77	0.3		35.14	0.94	2.41	0.94	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-12	46.93	2.3	1.2	32.95	135.2	42.8	0.66	2
12.-40	38.9	1.55	0.55	29.8	35.2	39.4	0.65	1.6
40-65	40.89	1.3	0.25	16.75	25.65	88.9		
65-130	44.17	1.65	0.5	10.85	7.7			

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Según la Figura 4.56 los suelos presentan un perfil A-B-C de evolución moderada. El horizonte Ap presenta color pardo oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, presenta color pardo oscuro a pardo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte C es de color pardo oscuro a pardo, textura arcillo arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.67 la porosidad total es alta en el segundo horizonte y baja en los demás; predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es baja. Según el Cuadro 4.68 y la Figura 4.56 la reacción del suelo es neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es media; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y bajo en los demás.

De los cationes, el Calcio y el Potasio se presentan con altos valores, el Magnesio presenta valores medios en el primero y cuarto horizonte y bajos en los restantes. Los valores de Fósforo disponible son bajos y el suelo presenta valores de medios de retención fosfórica.

Considerando los elementos menores el Manganeso presenta altos valores, el Hierro valores altos en los primeros dos horizontes y medios en los demás, el Cobre presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad, el Zinc presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivado de cenizas volcánicas, de moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y el aluminio activo. Suelos con medio contenido de materia orgánica, profundos, de texturas finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases media y reacción del suelo neutra. Permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico

Las limitantes que poseen los suelos son pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada y déficit de humedad en un semestre del año, 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.

Se recomienda realizar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, por los contenidos de materia orgánica que poseen es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas, deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo, 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 MSJe2 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.

4.3.1.28 Consociación San Andrés Semetabaj (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070910. Símbolo MSK

Esta unidad cartográfica se encuentra ubicada en inmediaciones del caserío la Cumbre y la cabecera municipal de Concepción; caseríos Chuiyá, Xepec, colonia Lomas de Atitlán, del municipio de San Andrés Semetabaj; caserío Xequistel del municipio de San Antonio Palopó; cerro Las Minas y cabecera del municipio de San José Chacayá; aldea Palestina del municipio de San Juan La Laguna; caseríos Aquisic, Xesacabaj, Xetinamit y cabecera municipal del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; aldea Chuaxic del municipio de Sololá; colonia Lomas de Atitlán, del lado del municipio de Panajachel; cabecera municipal de Santa Catarina Palopó; cerro Chueminix del municipio de Santa Cruz La Laguna. Abarca una extensión de 1,472 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrío húmedo” (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 15.1 °C, precipitación anual media de 1,279 mm y una altitud media de 2,121msnm, 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 4.57 el uso de la tierra predominante es la agricultura.



Figura 4.57. Glacís en paisaje de montaña volcano-erosional, se observa áreas con cultivos de maíz y bosque mixto, municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: J. del Cid, 2010).

Los suelos de la unidad se desarrollan sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de glacís.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (PM 070910) en un 80% y el suelo Entic Durustolls, familia francosa gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica (PI 070912) en un 20% del área.

La Consociación San Andrés Semetabaj, presenta las siguientes fases:

- **MSKb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión de ligera (119 ha).
- **MSKd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (85 ha).
- **MSKd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (498 ha).
- **MSKdp2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión moderada (446 ha).
- **MSKe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (104 ha).
- **MSKe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (132 ha).
- **MSKe3:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión severa (7 ha).
- **MSKep1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (36 ha).
- **MSKep2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), abundante pedregosidad superficial, erosión moderada (45 ha).

La inclusión denominada Entic Durustolls, familia francosa gruesa, mezclada, superactiva, isotérmica (PI 070912) posee las siguientes características: suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, con saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, reacción ligeramente ácida a neutra, moderada reacción al NaF, fertilidad alta, con pendientes fuertemente inclinadas y erosión moderada (Ver detalles de la inclusión en el Anexo B).

En la Figura 4.58, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

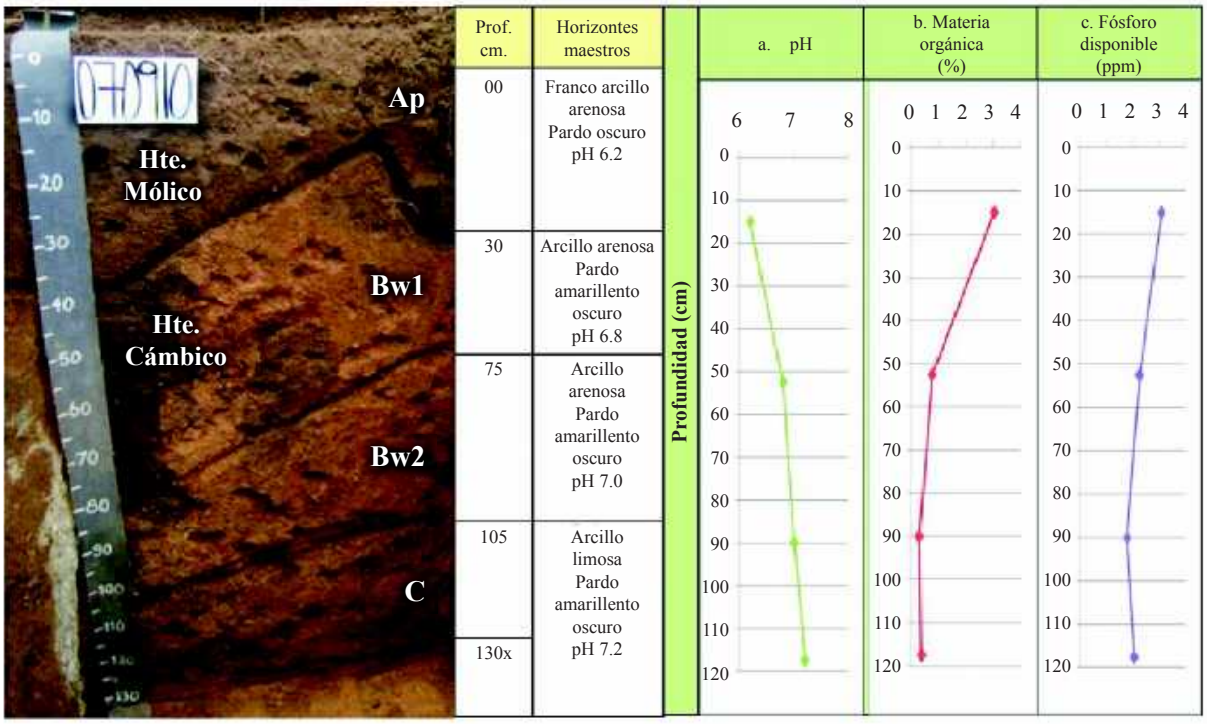


Figura 4.58. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación San Andrés Semetabaj; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070910

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070910:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación San Andrés Semetabaj
Símbolo		MSK
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Andrés Semetabaj
	Aldea	Xepec
	Caserío, sector, sitio, finca	Atrás del cementerio, terreno del Sr. Herculano Juj
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 433224
		Latitud (Y): 1627371
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2244
	Línea de vuelo No.	448
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		2,197 m.s.n.m..
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,175 mm.
	Temperatura promedio anual	15.2 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	105 cm.
	Limitante	Sin limitaciones

Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		19-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
30 – 75 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
75 – 105 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, muy finos, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, medianos y gruesos, tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
105 – 130x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; poca gravilla (10%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y muy plástica; muchos poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra.

Cuadro 4.69. Resultados de los análisis físicos del perfil 070910

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	1.12	1.47	56.32	28.1				8.7	11.93	11.88	23.81
30-75	1.06	1.08	55.84	37.47				13.44	0.61	1.24	1.85

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	19.4			
30-75	24.03			

Cuadro 4.70. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070910

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	01:01	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0-30	48.41	45.05	6.53	FA	FArA		6.2	1.6	3.04				3.09	7.44	Alta
30-75	46.04	47.4	6.56	FA	ArA		6.8	0.4	0.76				2.25		
75-105	43.73	47.55	8.72	F	ArA		7	0.15	0.29				1.78		
105-130	41.83	47.35	10.82	F	ArL	10	7.2	0.19	0.36				2.06		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	21.08	10.66	10.42	10.66	8.03	1.53	0.99	0.11		38.09	7.26	4.7	0.52	
30-75	19.37	12.32	7.05	12.32	9.11	2.14	0.79	0.28		47.03	11.05	4.08	1.45	
75-105	21.65	11.27	10.37	11.27	8.9	1.32	0.74	0.32		41.11	6.1	3.42	1.48	
105-130	7.97	9.67		9.67	7.6	0.99	0.63	0.45		95.36	12.42	7.9	5.65	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	**50.6**	**1.2**	**0.85**	**20.95**	**30.8**	**38.1**	**0.67**	**1.8**		
30-75	63.59	2.25	1.1	40	15.65	31.1	0.41	0.76		
75-105	52.08	3.2	0.95	51.6	27					
105-130	SAT	2.9	0.9	71.6	6.5					

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 química.

Cuadro 4.71. Resultados del análisis mineralógico del talpetate del perfil inclusión 070912

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)
	27-120
Cristobalita	-
Caolinita	Tr
Feldespatos	+
Haloisita	Tr
Intergrados 2:1 - 2:2	-
Material no cristalino	++++
Metahaloisita	+
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**
	27-120
Anfiboles	2
Biotita	6
Circón	5
Cuarzo	15
Feldespatos Plagioclasas	40
Opacos	12
Piroxenos	5
Productos de alteración	11
Vidrio volcánico	4

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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.58 los suelos presentan un perfil A- B - C de evolución moderada. El horizonte Ap presenta color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2 presenta color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte C es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo) y consistencia firme.

En el Cuadro 4.69 se observa que la porosidad total es baja; no hay dominancia entre macro y microporosidad. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y media en el segundo.

Según el Cuadro 4.70 y la Figura 4.58 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en los primeros horizontes y desciende en profundidad; la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes.

De los cationes, el Calcio y Potasio presentan valores altos; el Magnesio tiene valores medios en los dos horizontes y bajos en los demás. Los valores de Fósforo disponible son bajos y el suelo presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los microelementos el Hierro y Manganeso presentan valores altos, el Cobre presenta valores bajos en los primeros horizontes y medios en profundidad; el Zinc presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

De acuerdo con el Cuadro 4.71, la composición mineralógica del suelo se caracteriza por el dominio de materiales no cristalinos en la fracción arcilla; los demás minerales son muy escasos. En la fracción arena son comunes los Feldespatos Plagioclasa, el Cuarzo y los Piroxenos; otros componentes (anfíboles, productos de alteración y opacos) están presentes en porcentajes menores. Los minerales y materiales que integran estas fracciones indican y se relacionan con: grados bajos de alteración. Con los resultados descritos se comprueba el material de origen de estos suelos (depósitos superficiales clásticos gravigénicos.)

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de depósitos superficiales clásticos gravigénicos, con contenidos medios y bajos de materia orgánica. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, con texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, saturación de bases alta y reacción del suelo de ligeramente ácida a neutra. Presentan déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Entre las limitantes principales se mencionan: texturas moderadamente finas sobre finas, pendientes que van desde ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera, moderada y severa, abundante pedregosidad superficial en algunas áreas.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y erosión ligera; pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión ligera; pendientes fuertemente inclinadas (12-

25%) y erosión moderada; poseen vocación agrícola por lo que son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos y ganadería semi-intensiva.

Las fases que posee pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada; pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) erosión ligera y moderada, presentan 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.
La fase de estos suelos, que posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión severa, presenta vocación forestal, por lo que son aptos para actividades forestales de producción, tales como implementación de plantaciones forestales y manejo del bosque natural.

En los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas, la intensidad de las prácticas debe aumentar según aumenta la pendiente. Realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos. Las actividades ganaderas deben realizarse en forma semi-intensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias y pozos de infiltración. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En los suelos con vocación forestal de producción es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca y el sotobosque. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel y realizar pequeñas terrazas individuales; así como establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario implementar medidas de control de incendios forestales.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas, deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo, 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 MSKb1 pertenece a la clase III, subclase III s, grupo de manejo III s-3; la fase MSKd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-4; la fase MSKd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-3; todas estas fases son de vocación agrícola.

Las fases MSKe1 y MSKe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3; las fases MSKep1 y MSKep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-2; la fase MSKdp2 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-3; todas estas fases son de vocación agroforestal y silvopastoril.

La fase MSKe3 pertenece a la clase VII, subclase VII e y grupo de manejo VII e-1, es 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.

4.3.1.29 Consociación Sansquim (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza sobre medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071706. Símbolo MSL

La Consociación Sansquim se encuentra ubicada en el caserío Chicojay del municipio de San Pedro La Laguna; Cerro Patzunoj, parte baja de la Sierra Parraxquim en el municipio de San Juan La Laguna. Su extensión es de 374 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 15.3 °C, precipitación anual media de 1,381 mm y una altitud media de 2,019 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. En la figura 4.59, se aprecia que el uso de la tierra es agrícola.



Figura 4.59. Glacís en paisaje de montaña volcano-erosional, con cultivo de maíz y bosque mixto, en el municipio de San Juan La Laguna (Foto: O. Hernández, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y fuertemente inclinadas (12-25%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de glacís.

La unidad cartográfica está compuesta por un suelo Andic Haplustolls, familia ceniza sobre medial, isotérmica (PM 071706), en un 90% del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Sansquim, presenta las siguientes fases:

- **MSLb2:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión moderada (205 ha).
- **MSLd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (169 ha).

En la Figura 4.60, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente a la gráfica se hace una descripción completa del suelo antes mencionado.

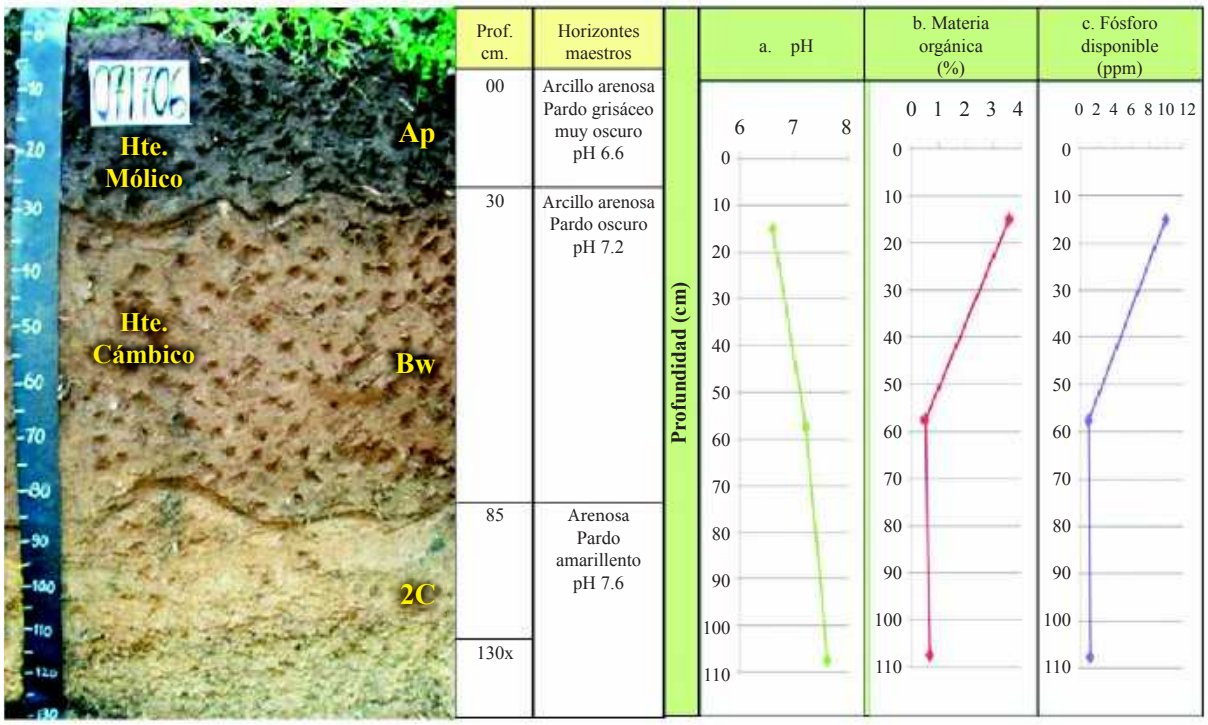


Figura 4.60. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Sansquim; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: O. Hernández, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071706

A continuación se presenta la descripción de las características externas perfil modal 071706:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Sansquim
Símbolo	MSL

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza sobre medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Juan La Laguna
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 413910
		Latitud (Y): 1620100
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2194
	Línea de vuelo No.	04
	Bloque No.	449
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		2,122 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,336 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Flujos de lodo
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	85 cm.
	Limitante	Horizonte arenoso.
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Café y maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino, ilamo
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		14-09-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, muy finos, y finos, vesiculares, continuos; muchas raíces, finas, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y ondulado.
30 – 85 cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra; límite claro y ondulado.
85 – 130 cm. 2C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/8); textura de campo arenosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, 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 moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.6, reacción ligeramente alcalina.

Cuadro 4.72. Resultados de los análisis físicos del perfil 071706

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	0.92	1.6	59.86	45.87				10.64	9.93	32.57	42.5
30-85	1.31	1.43	52.94	41.03				14.17	1.89	6.5	8.39

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	35.23			
30-85	26.86			

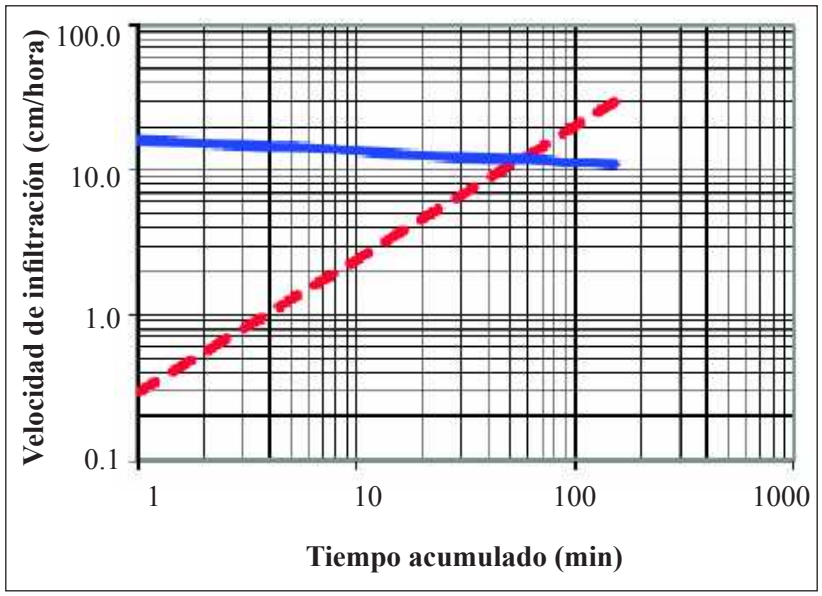
Cuadro 4.73. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071706

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad	
cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	01:01	%	%	%	*	%	Ppm	Valor	Calific.
0-30	64.15	34.63	1.49	FA	ArA	5	6.6	1.89	3.59				9.91	7.13	Alta
30-85	42.24	49.9	7.86	F	ArA	5	7.2	0.25	0.48				0.84		
85-130	48.3	50.23	1.47	FL	A		7.6	0.34	0.65				1.05		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	17	8.53	8.49	8.5	6.27	1.68	0.3	0.26	0.03	36.88	9.88	1.76	1.53	0.18
30-85	16	7.97	8.06	7.93	5.88	0.83	1.02	0.21	0.04	36.75	5.19	6.38	1.31	0.25
85-130	10.5	8.34	2.19	8.31	6.42	1.22	0.41	0.26	0.03	61.14	11.62	3.9	2.48	0.29

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0-30	50.03	1.86	0.2	37.46	1	32	0.72	1.3
30-85	49.55	1.86	0.2	26.7	1.39	20.2	0.42	1.8
85-130	79.16	0.49	0.2	1.32	1			

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 química.



Interpretación: La infiltración básica es de 12.09 cm/h y se califica como moderadamente rápida.

Figura 4.61. Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderadamente rápida" de las pruebas para los suelos de la Consociación Sansquim. Perfil modal 071706

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.60, los suelos presentan un perfil A-B-C de evolución moderada. El horizonte Ap presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Bw es de color pardo oscuro, con textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte 2C presenta un color pardo amarillento, textura arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia suelta.

Como se observa en el Cuadro 4.72 la porosidad total es media en el primer horizonte y desciende en profundidad; en ella predomina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y media en el segundo.

De acuerdo con el Cuadro 4.73 y la Figura 4.60 la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente alcalina. La capacidad de intercambio de cationes es media, la saturación de bases es alta en el primer horizonte y tercero, media en el segundo; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Considerando los cationes, el Calcio presenta valores altos en el primer y tercer horizonte y medios en el segundo, el Potasio presenta valores medios en el primer horizonte y altos en profundidad, el Magnesio presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro se presenta en valores altos en el primer y segundo horizonte y bajos en el tercero; el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

La Figura 4.61 muestra la gráfica de infiltración, en esta se reporta la infiltración básica en cm/h, según la interpretación el valor de esta se califica como moderadamente rápida.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Presentan contenidos medios de materia orgánica. Suelos moderadamente profundos, de texturas finas sobre gruesas, capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases alta y reacción del suelo neutra a ligeramente alcalina. Presentan déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son: pendientes ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas, erosión moderada, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos, que posee pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y erosión moderada y la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión moderada, poseen vocación para la agricultura con cultivos de diferentes ciclos de producción.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego

en la época seca y por sus texturas moderadamente finas, deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo, 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 MSLb2 pertenece a la clase IV, subclase IV es y grupo de manejo IV es-1; la fase MSLd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-1, tiene 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.

4.3.1.30 Consociación Chuacruz (orden Molisol): Fluventic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070110. Símbolo MSM

Esta unidad se encuentra ubicada a inmediaciones de los caseríos Pujujil, Los Morales y la colonia Tzaput Chuacruz del municipio de Sololá, abarcando una extensión de 116 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 14.4 °C, precipitación anual media de 1,193 mm y una altitud media de 2,398 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 (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en la Figura 4.62, la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque mixto y agricultura.



Figura 4.62. Glacís en el paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se aprecian observan áreas agrícolas y bosque mixto en el municipio de Sololá (Foto: J. del Cid, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve de glacís.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Fluventic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica (PM 070110) en un 90% del total del área, el 10% de la superficie está formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Chuacruz, presenta las siguientes fases:

- **MSMd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (56 ha).
- **MSMd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (60 ha).

En la Figura 4.63, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

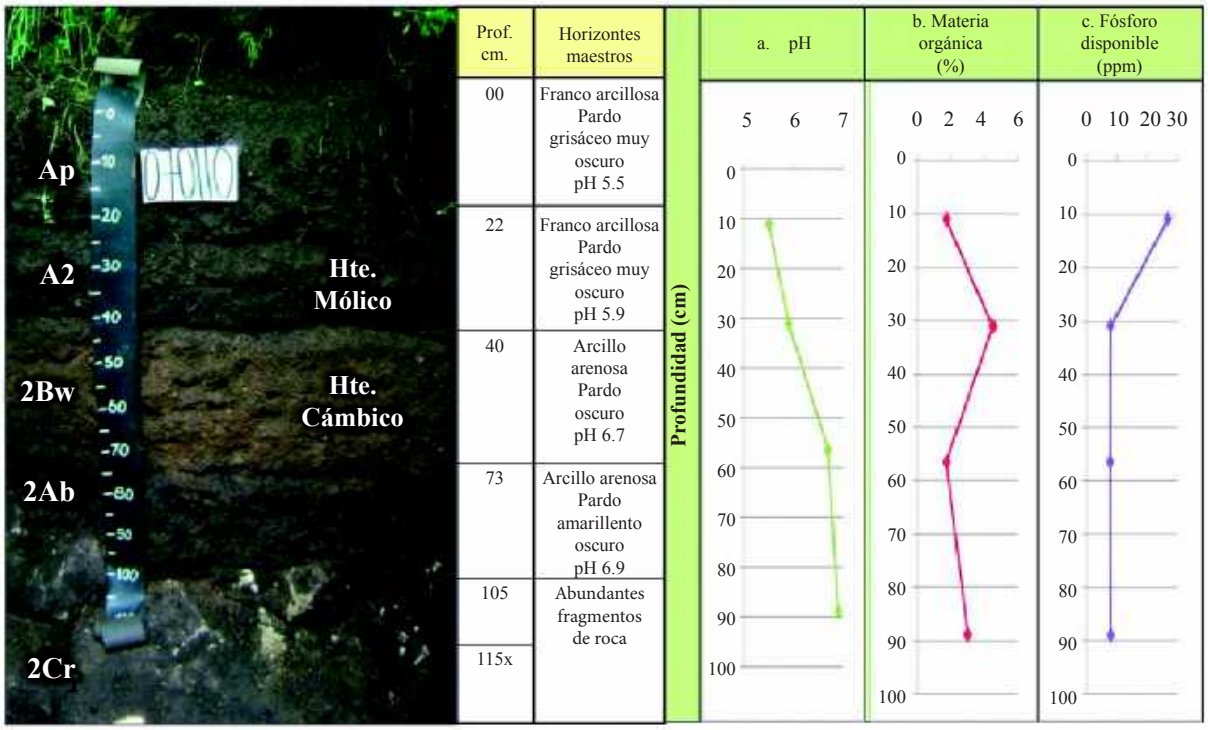


Figura 4.63. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del PM 070110 de la Consociación Chuacruz; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070110

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070110:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Chuacruz
Símbolo	MSM

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Fluventic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	Chuacruz
	Caserío, sector, sitio, finca	A 100 metros de la escuela, Chuacruz, Pujujil I
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 429286
		Latitud (Y): 1639206
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9370
	Línea de vuelo No.	444
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		2,416 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,194 mm.
	Temperatura promedio anual	14.3 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	105 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Maíz, haba, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Encino, pino (dispersa)
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		25-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 22 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros, finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF y al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.5, reacción fuertemente ácida; límite claro y plano.
22 – 40 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9 reacción moderadamente ácida; límite claro y ondulado.
40 – 73 cm. 2Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7 reacción neutra; límite gradual y ondulado.
73 – 105 cm. 2Ab	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9 reacción neutra.
105 – 115x cm. 2Cr	Abundantes fragmentos de roca (40%), subredondeada, medianamente alterada, de origen ígneo.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070110:

Cuadro 4.74. Resultados de los análisis físicos del perfil 070110

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
0-22	1.23	1.35	43.75	17.93				9.71	5.25	3.64	8.89
22-40	1.39	1.19	100	24.71				12.07	10.83	3.56	14.39
40-73	1.34	1.09	44.56	21.05				12.64	9.84	8.81	18.66

Profundidad	Humedad aprovechable
cm	%
0-22	8.22
22-40	12.64
40-73	8.41

Cuadro 4.75. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070110

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.
0-22	56.44	40.04	3.51	FA	FAr	30	5.5	0.91	1.72				26.92	7.14	Alta
22-40	60.45	38.07	1.47	FA	FAr	15	5.9	2.38	4.52				7.9		
40-73	54.24	40.18	5.58	FA	ArA		6.7	0.91	1.72				7.78		
73-105	51.73	42.64	5.63	FA	ArA		6.9	1.58	3.01				8.01		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-22	16.5	11.58	4.92	11.31	8.18	1.52	1.39	0.25	0.24	49.55	9.22	8.44	1.52	2.1
22-40	17.5	7.17	10.33	7.12	4.87	0.9	1.13	0.22	0.05	27.85	5.15	6.46	1.23	0.7
40-73	12.5	9.66	2.84	9.62	7.53	1.09	0.8	0.22	0.03	60.23	8.71	6.4	1.74	0.31
73-105	12	12.33		12.29	9.67	1.65	0.7	0.27	0.04	80.6	13.77	5.8	2.23	0.32

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-22	68.73	0.72	0.2	30.11	2.94	36.1	0.56	0.61		
22-40	40.69	1.33	0.2	48.76	1.39	27.8	0.58	0.75		
40-73	77.08	2.1	0.2	46.66	1.71	19.2				
73-105	SAT	1.99	0.2	56.52	3.46					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.63, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2Bw, de color pardo oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. Se caracteriza por que presenta un horizonte enterrado 2Ab, de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El último horizonte es un 2Cr, el cual presenta fragmentos de roca en un (40%).

Como se observa en el Cuadro 4.74, la porosidad total es baja, en ella predominan la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja en el primero y tercer horizonte y baja en el segundo.

Según el Cuadro 4.75 y la Figura 4.63, la reacción del suelo varía de fuertemente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media y la saturación de bases se presenta como alta a

excepción del segundo horizonte ya que es media. El contenido de materia orgánica es medio en el segundo y cuarto horizonte y bajo en los demás.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos, el Calcio presenta valores altos a excepción del segundo horizonte que presenta valores medios, el Magnesio presenta valores medios en el primero y cuarto horizonte y bajos en el segundo y tercero. Los valores de Fósforo disponible son medios en el primer horizonte y descienden en profundidad, presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre, Zinc y Manganeso valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de depósitos aluviales o sea que han sido formados por materiales arrastrados por corrientes de agua. Estos suelos poseen bajos contenidos de materia orgánica. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases altas a medias y reacción de fuertemente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con sus pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera y moderada; frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera y moderada, frecuentes fragmentos a los 105 centímetros, presentan vocación agrícola con aptitud para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Si deben ararse, no deben extraerse los fragmentos de roca por lo que se recomienda realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas, deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo, 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 MSMd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pes y grupo de manejo IV pes-1 y la fase MSMd1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-4, por lo que ambas 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.

4.3.1.31 Complejo Xecotoj (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica, perfil modal 071003 – Entic Durustolls, familia fina, superactiva, isotérmica perfil modal 070801 (SSS, 2010). Símbolo MSN

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del caserío Xecotoj del municipio de San Andrés Semetabaj; parajes Pacuá, Xelajnom del municipio de San Juan La Laguna; aldea San Jorge La Laguna del municipio de Sololá; Finca Santa Victoria del municipio de Concepción. Abarca una extensión de 359 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 anual media de 1,197 mm y una altitud media de 1,760 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*). En la Figura 4.64 se observa una panorámica de la cobertura vegetal en bosque mixto y áreas agrícolas.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al tipo de relieve glacís, del paisaje montaña volcano-erosional.



Figura 4.64. Glacís en paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observa bosque mixto, y áreas agrícolas en el municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: J. del Cid, 2010).

La unidad cartográfica está representada por los suelos: Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PM 071003) en un 60%; Entic Durustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (PM 070801) en un 40% del área.

El complejo Xecotoj, presenta las siguientes fases:

- **MSNdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (224 ha).
- **MSNe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (19 ha).
- **MSNe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (5 ha).
- **MSNep1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (60 ha).
- **MSNep2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), poca pedregosidad superficial, erosión moderada (51 ha).

- ***Suelo Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica, perfil modal 071003***

En la Figura 4.65, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

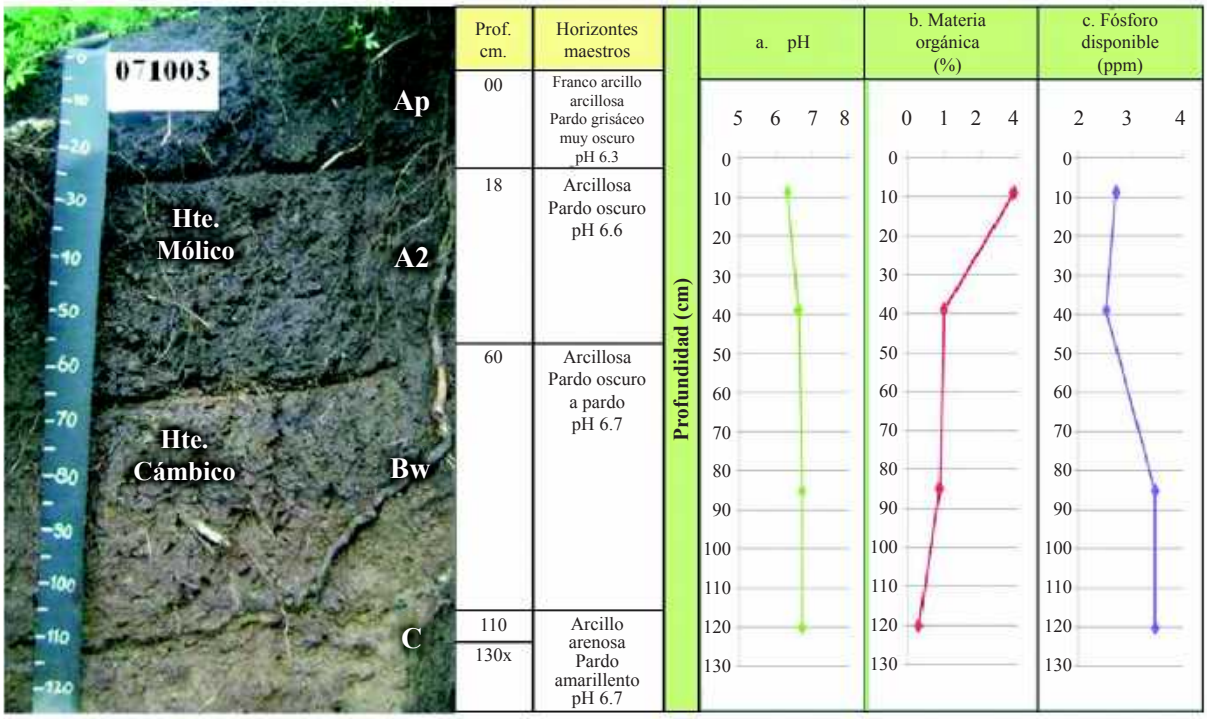


Figura 4.65. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil 071003 del complejo Xecotoj; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071003

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071003:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Complejo Xecotoj
Símbolo	MSN

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Panajachel
	Aldea	Xecotoj
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino que conduce de San Andrés al cerro Lec
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 431863
		Latitud (Y): 1631821
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2304
	Línea de vuelo No.	447
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,847 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,403 mm.
	Temperatura promedio anual	15.6 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a lento
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Poca
	Superficie cubierta	3%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	110 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada, pendientes ligeramente escarpadas
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		18-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 18 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
18 – 60 cm. A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y ondulado.
60 – 110 cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (8%), subredondeada, sin alteración de naturaliza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, muy finos y finos, tubulares, continuos; pocas raíces, muy finas y finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
110 – 130x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; poca piedra (10%), subredondeada; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra.

Cuadro 4.76. Resultados de los análisis físicos del perfil 071003

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	0.85	1.23	71.9	28.26				14.29	18.75	12.14	30.89
18-60	1.04	1.19	60.61	27.69				14.72	6.85	5.76	12.61

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-18	13.97			
18-60	12.97			

Cuadro 4.77. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071003

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.
0-18	40.98	48.43	10.59	F	FAr		6.3	1.54	2.93				2.72	7.41	Alta
18-60	41.06	48.36	10.57	F	Ar	5	6.6	0.52	0.99				2.53		
60-110	43.41	46.07	10.52	F	Ar	8	6.7	0.46	0.87				3.46		
110-130	47.44	44.09	8.47	F	ArA	10	6.7	0.16	0.3				3.46		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-18	24.49	11.61	12.88	11.61	6.28	2.96	2.17	0.2		25.63	12.09	8.85	0.84	
18-60	21.65	13.25	8.39	13.25	9.73	1.97	1.2	0.35		44.97	9.12	5.53	1.62	
60-110	18.8	10.64	8.16	10.64	7.15	1.81	1.3	0.37		38.06	9.63	6.91	1.98	
110-130	16.52	11.42	5.1	11.42	8.15	2.14	0.84	0.29		49.33	12.95	5.08	1.77	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-18	47.41	0.35	1.35	37.8	129.8	80.4	0.28	1.15		1.56
18-60	61.23	0.55	1	35.9	78.05	20.7	0.35	1.05		1.54
60-110	56.58	0.65	0.9	38.7	20.95					
110-130	69.12	0.85	0.85	35.25	12.5					

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 química.

- ***Suelo Entic Durustolls, familia fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 070801***

En la Figura 4.66, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.



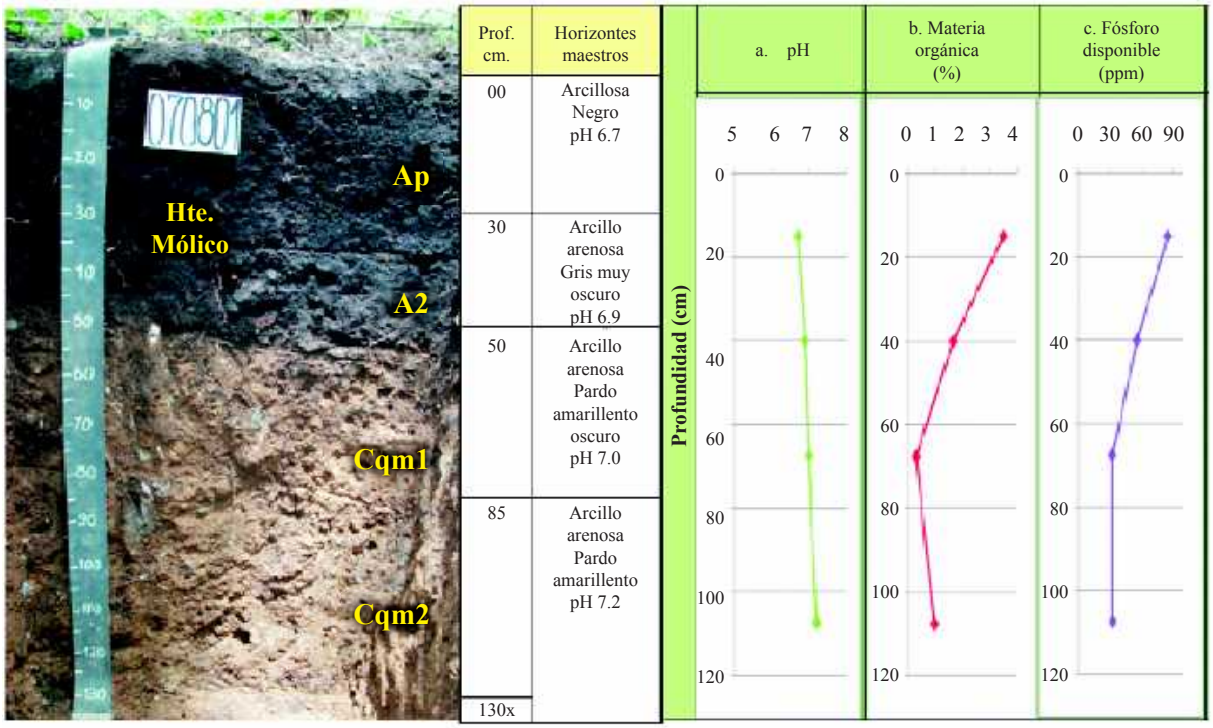


Figura 4.66. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil 070801 del Complejo Xecotoj; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: D. López 2011)

C). Descripción del perfil modal 070801

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070801:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Complejo Xecotoj
Símbolo		MSN
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Entic Durustolls, familia fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Concepción
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Santa Victoria
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 431674
		Latitud (Y):1633173
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,726 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %

Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,415 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Medio
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	50 cm.
	Limitante	Capa cementada
Uso	**Actual**	Ganadería y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia capa cementada, mediana pedregosidad superficial.
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		20-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. Ap	Color en húmedo negro (7.5YR2.5/1); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, tubulares e irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; mucha 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.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
30 – 50 cm. A2	Color en húmedo gris muy oscuro (7.5YR3/1); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (10%); estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, tubulares e irregulares, continuos; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite abrupto y ondulado.
50 – 85 cm. Cqm1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; frecuente piedra (20%); sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, muy finos y finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite difuso.
85 – 130x cm. Cqm2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla y piedra (40%); sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, muy finos y finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra.

D). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

Cuadro 4.78. Resultados de los análisis físicos del perfil 070801

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070801

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	1.58	71.97	53.03				17.89	9.83	27.51	37.34
30-50	1.23	1.69	51.01	18.46				10.27	17.37	9.85	27.22
50-85	1.18	1.35	56.91	22.6				10.59	7.59	5	12.59

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	35.14			
30-50	8.19			
50-85	12.01			

Cuadro 4.79. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070801

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.
0-30	47.08	46.31	6.6	FA	Ar	10	6.7	1.84	3.5				85.07	9.3	Muy Alta
30-50	50.18	43.06	6.77	FA	ArA	10	6.9	0.88	1.67				55.83		
50-85	48.85	42.69	8.46	F	ArA	20	7	0.16	0.3				32.11		
85-130	50.69	42.89	6.41	FA	ArA	40	7.2	0.52	0.99				32.56		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	26.77	20.03	6.74	20.03	15.65	3.32	0.97	0.09		58.45	12.41	3.63	0.33	
30-50	20.51	14.68	5.82	14.68	11.16	2.58	0.84	0.1		54.41	12.6	4.08	0.51	
50-85	13.1	12.4	0.7	12.4	8.59	2.98	0.74	0.09		65.59	22.73	5.63	0.68	
85-130	19.94	16.78	3.16	16.78	11.37	4.44	0.7	0.27		57.01	22.28	3.52	1.33	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	74.82	0.3	6.5	14.3	56.4	14.9	0.19	0.43	0.77	1.49
30-50	71.6	0.2	1.9	22.35	23.4	29	0.14	0.37		1.62
50-85	94.64	0.25	0.55	33.1	10.4	13.1				
85-130	84.14	0.6	0.75	30.6	8.3					

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 química.

E). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Perfil modal 071003

Según la Figura 4.65 el suelo presenta un perfil A-B-C, de evolución moderada. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, el horizonte Ap presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El A2 es de color pardo oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Bw se caracteriza por ser de color pardo oscuro a pardo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte C presenta color pardo amarillento, textura arcillo arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.76 la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en el segundo; hay dominancia de la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es baja. Según el Cuadro 4.77 y la Figura 4.65, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en los primeros dos horizontes y media en profundidad y la saturación de bases es media en el primer horizonte y alta en el resto del perfil; el contenido de materia orgánica es bajo.

De los cationes, el Calcio y Potasio presentan valores altos, el Magnesio se califica como medio. El contenido de Fósforo disponible es bajo y el suelo presenta valores medios de retención fosfórica. Respecto a los microelementos el Hierro y Manganeso presentan valores altos, el Cobre y el Zinc bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos alta.

Perfil modal 070801

Según la Figura 4.66 los suelos muestran un perfil A-C de evolución baja. El horizonte A se destaca por un color negro, de textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El segundo horizonte es un A2 de color gris muy oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercero es un horizonte C se subdivide en Cqm1y Cqm2, presentan colores pardo amarillento oscuro y pardo amarillento, de textura arcillo arenosa respectivamente, sin estructura (masivo) y de consistencia firme.

Según el Cuadro 4.78 la porosidad total es media en el primero y baja en profundidad; en el primer horizonte domina la microporosidad en los demás domina la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Según el Cuadro 4.79 y la Figura 4.66, la reacción del suelo es neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en los primeros dos horizontes y media en el resto del perfil, la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es medio en el primero y bajo en los demás.

Respecto a los cationes, el Calcio tiene valores altos, el Magnesio varía de alto a medio y el Potasio presenta altos valores. El contenido de Fósforo disponible es alto y su retención por el suelo se estima como baja.

De los elementos menores el Manganeso varía de alto a medio, el Hierro presenta valores medios y altos, el Cobre es bajo y el Zinc varía de alto a bajo en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es muy alta.

F). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo

Las características principales y las recomendaciones generales de uso y manejo se referirán al suelo predominante en el complejo: Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PM 071003).

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de materiales depositados por acción de la gravedad, con contenidos medios de materia orgánica. Suelos que van desde superficiales a profundos, de texturas finas, con capacidad de intercambio de cationes alta a media y saturación de bases de media a alta y reacción del suelo de ligeramente ácida a neutra. Presencia de bajas precipitaciones en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Los suelos presentan las siguientes limitaciones: pendientes de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos, que posee pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), pedregosidad superficial y erosión ligera, presenta vocación para la agricultura con cultivos de diferentes ciclos de producción.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), de poca a abundante pedregosidad superficial, erosión ligera a moderada; poseen vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para la implementación de cultivos perennes en arreglos agroforestales y también para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

En los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Por los fragmentos de roca que poseen en el perfil, no es conveniente ararlos profundamente, se recomienda realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que poseen los suelos, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas, deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo.

G). 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 MSNdp1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-4, es de vocación agrícola; las fases MSNe1, MSNe2 y MSNep2, pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-3; la fase MSNep1 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-2, son 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.

4.3.1.32 Consociación Panajachel (orden Inceptisol): Typic Durustepts, familia fina, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071001. Símbolo MSO

La Consociación Panajachel está ubicada a inmediaciones de la aldea Patanatic del municipio de Panajachel; finca Santa Victoria del municipio de Concepción, del departamento de Sololá. Abarca un total de 20 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 anual media de 1,436 mm y una altitud media de 2,014 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. De acuerdo con la Figura 4.67 el uso de la tierra es agrícola.



Figura. 4.67. Mesa en paisaje de montaña volcano-erosional, con cultivo de maíz y aguacate, municipio de Panajachel (Foto: D. López 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de mesa.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Typic Durustepts, familia fina, superactiva, isotérmica (PM 071001), en un 90% del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Panajachel, presenta la siguiente fase:

- **MSOc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (20 ha).

En la Figura 4.68, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

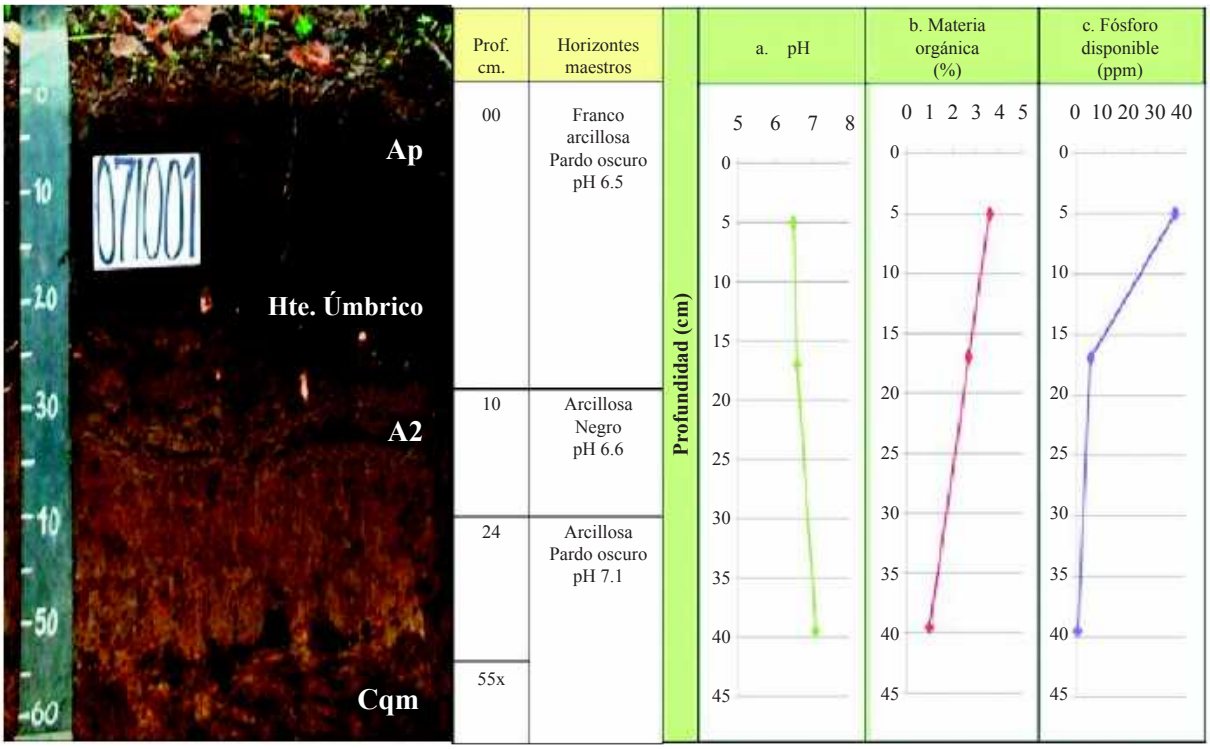


Figura 4.68. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal de la Consociación Panajachel; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: D. López, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071001

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071001

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Panajachel
Símbolo		MSO
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Durustepts, familia fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Panajachel
	Aldea	Patanatic
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 432985
		Latitud (Y): 1632911
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2339
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Mesa
	Forma del terreno	Plano de mesa
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,042 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,441 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Lento a medio
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-

Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	24 cm.
	Limitante	Capa cementada
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, aguacate
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Encino
Describió		Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		20-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 10 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios, tubulares e irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
10 – 24 cm. A2	Color en húmedo negro (7.5YR2.5/1); textura de campo arcillosa 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 muy pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, tubulares e irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y ondulado.
24 – 55x cm. Cqm	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y plástica; pocos poros, finos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra.

Observaciones: Presenta fuerte cementación desde los 24 cm., hacia las capas subsuperficiales. Estas capas se conocen localmente como "talpetate".

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071001

Cuadro 4.80. Resultados de los análisis físicos del perfil 071001

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	1.05	1.78	52.03	18.82				11.81	26.18	14.83	41.01
10.-24	1.22	1.24	65.24	44.75				27.07	0.51	1.11	1.61

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-10	7.01			
10.-24	17.68			

Cuadro 4.81. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071001

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	01:01	%	%	%	**	%	Ppm	Valor	Calific.
0-10	34.43	45.51	20.06	F	FAr	3	6.5	1.9	3.61				36.09		
10.-24	34.43	45.51	20.06	F	Ar	2	6.6	1.42	2.7				4.96	7.31	Alta
24-55	32.42	43.95	23.64	F	Ar		7.1	0.52	0.99				0.43		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-10	18.23	9.16	9.07	9.16	6.05	1.81	1.23	0.07		33.18	9.93	6.72	0.41	
10.-24	27.34	11.55	15.79	11.55	8.41	2.22	0.74	0.18		30.76	8.12	2.71	0.66	
24-55	35.89	20.17	15.72	20.17	15.25	3.19	1.34	0.39		42.49	8.89	3.73	1.09	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-10	50.24	2.8	4.6	70.3	254.5	34.9	0.36	1.5	1.6	
10.-24	42.25	2.85	2.3	66.15	66.55	26	0.39	1.7	1.9	
24-55	56.2	2.5	1.5	29.1	9.75	83	0.36	0.69		

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.68 los suelos presentan un perfil A-C de baja a moderada evolución genética, derivados de materiales piroclásticos consolidados, presentan moderada retención de fósforo. El horizonte A se subdivide en Ap y A2 presenta colores pardo oscuro y negro, texturas franco arcillosa y arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte C es del tipo Cqm (horizonte endurecido), se caracteriza por un color pardo oscuro, textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Según el Cuadro 4.80 la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en profundidad, domina la macroporosidad en el primer horizonte y en el segundo domina la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja en el primer horizonte y baja en el segundo.

Según el Cuadro 4.81 y la Figura 4.68 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte y alta en profundidad, la saturación de bases es alta en el primer y tercer horizonte y media en el segundo; el contenido de materia orgánica es medio en el primero y bajo en los demás.

Con referencia a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan altos valores, el Magnesio se presenta medio en el horizonte A y alto en profundidad. El Fósforo disponible es alto en el primer horizonte y bajo en profundidad su retención por el suelo se estima como media.

De los elementos menores el Hierro y Manganeso se encuentran en altas cantidades, el Cobre presenta niveles medios y el Zinc tiene valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de incipiente evolución genética, derivados de materiales piroclásticos consolidados, con bajo contenido de materia orgánica. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos muy superficiales, texturas finas, con capacidad de intercambio de cationes media a alta, saturación de bases alta a media y reacción del suelo ligeramente ácida a neutra. Presentan deficientes precipitaciones en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes de estos suelos son: suelos muy superficiales y abundante pedregosidad superficial en algunas áreas, pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera, presencia de un horizonte endurecido (tipo talpetate) y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Los suelos que poseen pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera y horizonte endurecido, poseen vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para la implementación de cultivos perennes en arreglos agroforestales y también, para el establecimiento de sistemas extensivos silvopastoriles.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a su fertilidad y debido al porcentaje de medio a bajo de materia orgánica que poseen, es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Con respecto a los micronutrientes necesita Cobre y Zinc.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas, deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 MSOc1 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.

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.

4.3.1.33 Grupo Indiferenciado Las Canoas (orden Molisol): Pachic Haplustolls, familia francosa fina sobre esquelética-arenosa, superactiva, isotérmica (SSS, 2010) perfil modal 070903 y Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040706. Símbolo MSP

Este grupo indiferenciado está ubicado a inmediaciones de la finca Vista Hermosa, municipio de San Antonio Palopó; el caserío Xejuyé, aldeas Chujtí Estancia, Xejuyup I, Las Cruces, Las Canoas Altas y Xepec del municipio de San Andrés Semetabaj. Comprende una extensión de 126 ha.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 anual media de 1,261 mm y una altitud media de 2,166 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. En la Figura 4.69 se aprecia que la cobertura vegetal es bosque mixto.



Figura 4.69. Escarpe en paisaje de montaña volcano-erosional, con especies naturales como pino y encino, municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: R. Pacheco, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y en tipo de relieve escarpe.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Pachic Haplustolls, familia francosa fina sobre esquelética - arenosa, superactiva, isotérmica (PM 070903) en un 60% y el suelo Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PM 040706) en un 40% del área.

El grupo indiferenciado Las Canoas, presenta las siguientes fases:

- **MSPf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (22 ha).
- **MSPf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (57 ha).
- **MSPfp2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (47 ha).

- ***Suelo Pachic Haplustolls, familia francosa fina sobre esquelética - arenosa, superactiva, isotérmica; perfil modal 070903***

En la Figura 4.70, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

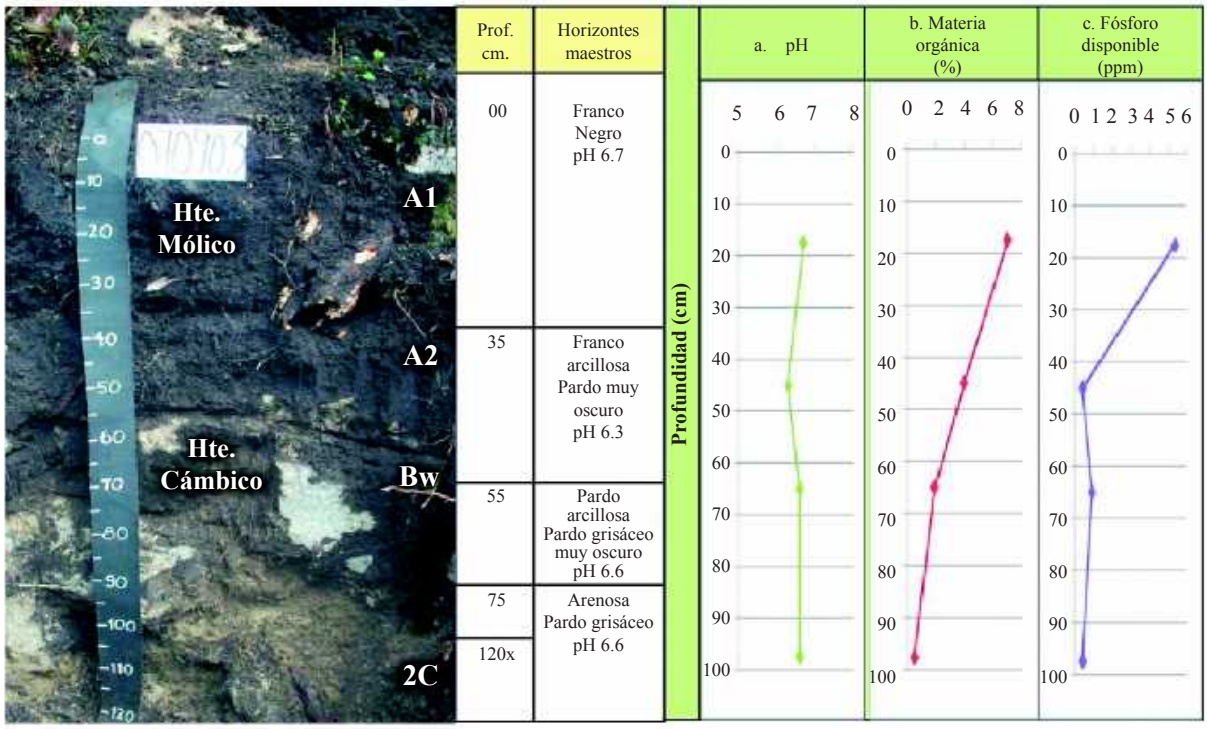


Figura.4.70. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal del grupo indiferenciado Las Canoas; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070903

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070903:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Las Canoas
Símbolo		MSP
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Pachic Haplustolls, familia francosa fina sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica**

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Las Canoas
Símbolo		MSP
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Pachic Haplustolls, familia francosa fina sobre esquelética arenosa, superactiva, isotérmica**
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,220 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,303 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	16.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	5%
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, pendiente moderadamente escarpada, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino, ciprés
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		18-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 35 cm. A1	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura granular, fina, débil; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesa, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite difuso.
35 – 55 cm. A2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (10%) irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
55 – 75 cm. Bw	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra (50%) 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; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro e irregular.
75 – 120x cm. 2C	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra (50%) irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070903

Cuadro 4.82. Resultados de los análisis físicos del perfil 070903

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	0.81	1.45	72.88	18.24				11.28	33.09	11.05	44.14
35-55	1.16	1.33	32.71	31.11				13.75	0.63	12.16	12.78
55-75	0.77	1.85	40.79	36.69				13.64	5.87	52.51	58.38

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-35	6.96			
35-55	17.36			
55-75	23.05			

Cuadro 4.83. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070903

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.
0-35	46.65	49.73	3.62	FA	F		6.7	3.72	7.07				5.38	8.33	Alta
35-55	45.7	48.69	5.61	FA	FAr	10	6.3	2.1	3.99				0.39		
55-75	50.17	46.31	3.52	FA	FAr	50	6.6	1.02	1.94				0.88		
75-120	62.19	34.26	3.55	FA	A	50	6.6	0.29	0.54				0.39		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-35	26.2	17.94	8.14	17.94	13.17	2.63	2.12	0.02		50.27	10.04	8.09	0.53	
35-55	21.65	13.1	8.55	13.1	8.56	2.8	1.55	0.19		39.54	12.93	7.16	0.88	
55-75	13.67	7.87	5.8	7.87	5.59	0.99	1.15	0.14		40.89	7.24	8.41	1.02	
75-120	9.68	6.55	3.13	6.55	4.73	0.66	1.09	0.07		48.86	6.82	11.26	0.72	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-35	68.93	0	5.1	19.95	140	21.7				
35-55	60.51	0.15	1.5	41.85	124.55	16.4				
55-75	57.57	0.25	0.8	119.5	71.4	9.7				
75-120	67.67	0.35	0.4	71.85	32.9					

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 química.

- ***Suelo Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica, perfil modal 040706***

En la Figura 4.71, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

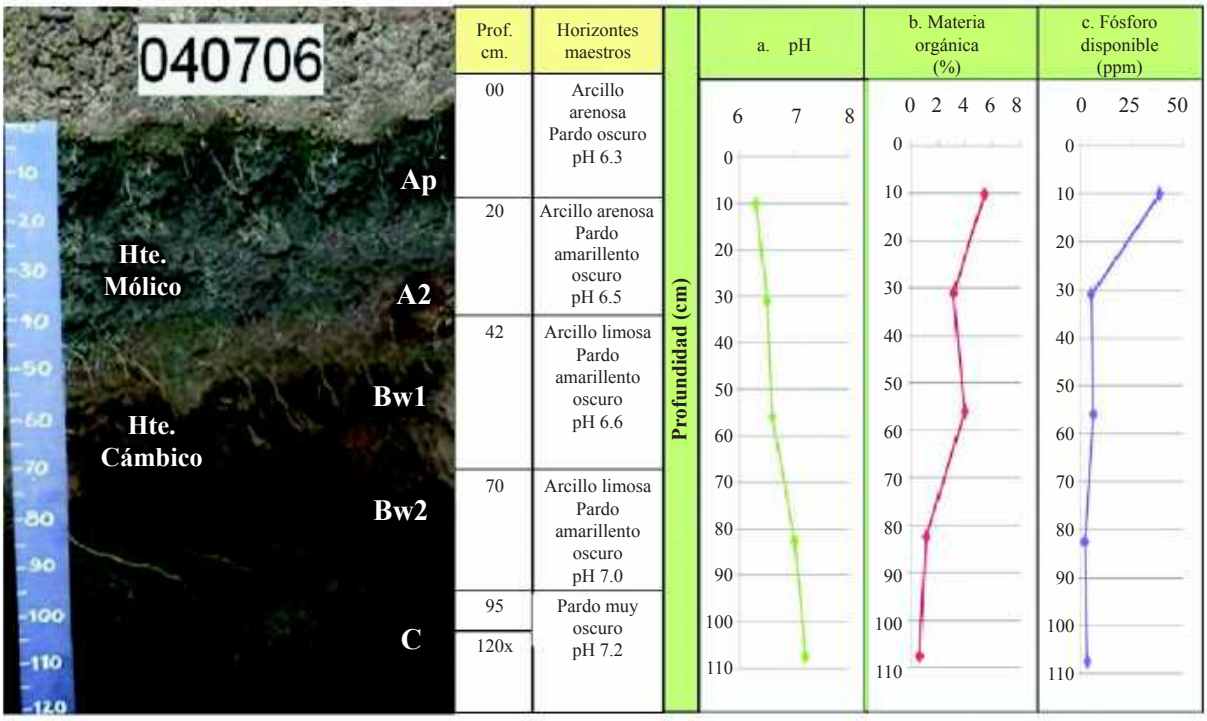


Figura 4.71. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal del grupo indiferenciado Las Canoas; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: H. Corzo, 2007)

C). Descripción del perfil modal No. 040706

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040706 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 Sololá.

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Las Canoas
Símbolo		MSP
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Patzún
	Aldea	Xejolón
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 438036
		Latitud (Y): 1618668
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,414
	Línea de vuelo No.	451
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe y cañón
	Forma del terreno	Plano fuertemente escarpado y ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,420 msnm.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,206 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar, surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	95 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Fragmentos de roca, pendiente fuertemente escarpada, suelos moderadamente superficiales, erosión moderada
Cobertura natural		Matorrales, ciprés, pino
Describió		Hugo René Corzo Santiago
Fecha de descripción		10-10-2007

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo, pardo oscuro (10YR3/3) y pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos, tubulares y discontinuos; pocas raíces finas y medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H2O2; pH 6.3, ligeramente ácido; límite claro y plano.
20 – 42 cm A2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); frecuente piedra, irregular, sin alteración de naturaleza metamórfica; textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares y discontinuos; pocas raíces finas y medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H2O2; pH 6.5, ligeramente ácido; límite claro y plano.
42 – 70 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, fuerte al H2O2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y plano.
70 – 95 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); color de los moteados (10YR3/2); frecuente piedra (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; 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, muy finos, tubulares, discontinuos; no hay raíces, no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, fuerte al H2O2; pH 7.0, reacción neutra; límite claro y plano.
95 – 120x cm C	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/1); pH 7.2, reacción neutra.

D) Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

Cuadro 4.84. Resultados de los análisis físicos del perfil 040706

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	0.79	1.92	43.73	31.94				13.41	15.87	42.99	58.85
20 – 42	0.78	2.03	41.37	37.88				22.58	5.19	56.38	61.58
42 – 70	1.09	2.37	44.54	41.89				21.75	3.21	50.8	54.01
70 – 95			43.37	38.89				21.2			

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 20	18.53
20 – 42	15.30
42 – 70	20.14
70 – 95	17.69

Cuadro 4.85. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040706

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	43.39	41.41	15.2	F	ArA		6.3	2.85	5.42				38.37		
20 – 42	40.76	38.08	21.16	F	ArA		6.5	1.64	3.12				4.92		
42 – 70	39.49	37.52	22.99	F	ArL		6.6	2.08	3.95				5.97	7.85	Alta
70 – 95	46.32	36.12	17.56	F	ArL		7	0.58	1.1				1.86		
95 – 120							7.2	0.33	0.63				2.74		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 20	21.5	11.29	10.21	11.29	8.24	1.64	1.33	0.08		38.33	7.62	6.19	0.39	
20 – 42	20	10.46	9.54	10.46	7.7	1.61	1.01	0.12		38.52	8.07	5.07	0.62	
42 – 70	20.5	13.63	6.87	13.63	10.66	2.01	0.85	0.12		51.98	9.79	4.15	0.57	
70 – 95	23.5	13.81	9.69	13.81	9.77	2.35	1.54	0.15		41.57	9.99	6.55	0.66	
95 – 120	24.5	14.84	9.66	14.84	10.14	2.58	1.72	0.39		41.37	10.55	7.03	1.61	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 20	52.52	2.5	0.68	36.9	2.58
20 – 42	52.28	2.82	0.2	40.88	1.62
42 – 70	66.49	2.5	0.24	41.41	1.74
70 – 95	58.76	4.24	0.82	103.8	2.88
95 – 120	60.56	3.2	0.6	42.88	5.56

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 química.

E). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Perfil modal 070903

De acuerdo con la Figura 4.70 los suelos presentan un perfil A-B-C de evolución moderada. El horizonte A se subdivide en A1 y A2, el horizonte A1 presenta color negro, textura franca, estructura en gránulos

y consistencia muy friable, el horizonte A2 presenta color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte B, presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte 2C presenta color pardo grisáceo, textura arenosa, sin estructura (grano suelto).

En el Cuadro 4.82 se observa que la porosidad total es media en el primer horizonte, en el segundo es baja y alta en el tercero; en el primer horizonte domina la macroporosidad y en los demás domina la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja en el primer horizonte y aumenta en profundidad.

Según el Cuadro 4.83 y la Figura 4.70, la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el horizonte A y baja en profundidad, la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Respecto a los cationes, el Potasio presenta altos valores, el Calcio presenta valores altos hasta los 55 centímetros y medios en profundidad, el Magnesio presenta valores medios en los primeros dos horizontes y desciende en profundidad. Los valores de Fósforo disponible son bajos y la retención en el suelo se estima como baja.

Respecto a elementos menores el Hierro y el Manganeso presentan valores altos, el Cobre presenta valores bajos y el Zinc presenta valores medios en el primero y bajos en profundidad. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Perfil modal 040706

De acuerdo con la Figura 4.71los suelos presentan un perfil A-B-C de evolución moderada. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, se caracteriza por un color pardo oscuro y pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, presenta color pardo amarillento oscuro, textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte C es de color pardo muy oscuro.

Como se observa en el Cuadro 4.84 la porosidad total es alta; en ella predomina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es baja, excepto en el tercero que presenta valores medios. Según el Cuadro 4.85 y la Figura 4.72, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases alta; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y medio en profundidad.

De los cationes, el Calcio y el Potasio presentan valores altos y el Magnesio presenta valores medios. El Fósforo disponible es alto en el primer horizonte y bajo en profundidad.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre presenta valores medios, el Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas la fertilidad es alta.

F). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo de la UCS

Las características principales y las recomendaciones generales de uso y manejo son referidas al suelo dominante en el grupo indiferenciado: Pachic Haplustolls, familia francosa fina sobre esquelética - arenosa, superactiva, isotérmica (PM 070903).

Suelos minerales de moderada evolución genética, con horizonte superficial grueso y oscuro. Con altos contenidos de materia orgánica en el primer horizonte que desciende en profundidad. Suelos moderadamente profundos a profundos, de texturas moderadamente finas sobre gruesas, reacción del suelo ligeramente ácida a neutra. Déficit de humedad durante un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las limitantes más importantes para el uso y manejo de los suelos se relacionan con las pendientes moderadamente escarpadas, erosión ligera a moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) erosión ligera; pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión moderada; pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial y erosión moderada; son de vocación forestal por lo que son aptas para las actividades forestales: establecimiento de plantaciones forestales y manejo para la producción de los bosques naturales existentes.

Se recomienda mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca y el sotobosque existente. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable plantarlas al contorno siguiendo las curvas de nivel y realizar pequeñas terrazas individuales. Asimismo, es necesario establecer acequias y pozos de infiltración como medidas de conservación de suelos; deben establecerse medidas de medidas de control de incendios forestales.

G). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de la UCS

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MSPf1, MSPf2 y MSPfp2, pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-4, son 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.

4.3.1.34 Consociación Sabalpop (orden Inceptisol): Typic Dystrustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040710. Símbolo MSQ

La Consociación Sabalpop se localiza en inmediaciones del caserío La Comunidad, poblado Chuisajcá y río Los Chocoyos del municipio de San Andrés Semetabaj. Ocupa una extensión de 33 hectáreas. Esta unidad cartográfica 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).

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “semifrío húmedo” (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 anual media de 1,403 mm y una altitud media de 1,854 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 4.73 el tipo de cobertura vegetal predominante es el bosque mixto.

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 montaña volcano-erosional en relieve de cañones y cañones.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Typic Dystrustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (PM 040710), en un 90% del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.



Figura 4.73 Cañones y cañadas, en paisaje de montaña volcano-erosional, cubierto con bosque mixto (Foto O. Hernández, 2010)

La Consociación Sabalpop, presenta las siguientes fases:

- **MSQf1:** Fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (13 ha).
- **MSQf2:** Fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (20 ha).

En la Figura 4.74, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

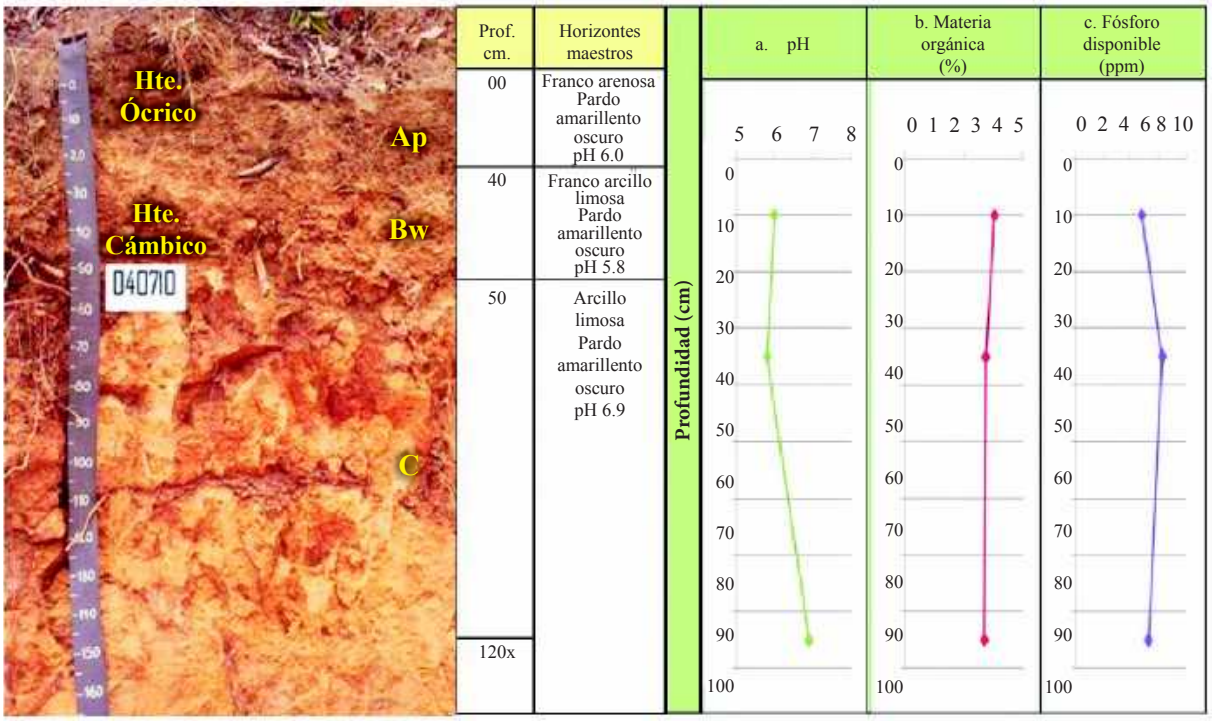


Figura 4.74. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2009)

A). Descripción del perfil modal No. 040710

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040710 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 Sololá.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Sabalpop
Símbolo		MSQ
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Dystrustepts, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Patzún
	Aldea	Sabalpop
	Caserío, sector, sitio, finca	A 100 metros del camino hacia la aldea Sabalpop
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 442301
		Latitud (Y): 1625220
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	218
	Línea de vuelo No.	449
	Bloque No.	04

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Piroclastos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		2,168 msnm.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango de la pendiente	50 – 75%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,419 mm
	Temperatura promedio anual	14.0 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	Moderado
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Bien drenado
	Natural	Hídrica
Erosión	**Clase**	Laminar
	Tipo	Ligero
	Grado	Movimientos por translocación
Movimientos en masa	**Clase**	Deslizamientos rotacionales
	Tipo	Muy poca (<5 % del área)
	Frecuencia	No hay
Afloramientos rocosos	**Clase**	-
	Superficie cubierta	No hay
Pedregosidad superficial	**Tipo**	-
	Clase	-
	Superficie cubierta	No evidente
Nivel freático	**Clase**	-
	Profundidad	No hay
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	-
	Duración	Superficial
Profundidad efectiva	**Clase**	50 cm
	Profundidad	Materiales compactados
	Limitante	Bosque mixto
Uso	**Actual**	No hay
	Nombre de los cultivos	Materiales compactados, baja retención de humedad, pendientes moderadamente escarpadas
	Limitante del uso	
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum
Fecha de descripción		13-04-2009

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm A	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa, poca gravilla (5%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, tubulares, continuos; muchas raíces medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, ligera al H2O2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
20 - 50 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, tubulares, continuos; muchas raíces medias y gruesas, vivas y de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H2O2; pH 5.8 reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
50 – 120x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (7.5YR4/6), con moteados de color pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medios, tubulares, continuos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, ligera al H2O2; 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 040710:

Cuadro 4.86. Resultados de los análisis físicos del perfil 040710

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	1.36	38.15	21.41				12.25	17.1	21.87	38.97
20 – 50	1.12	1.15	38.11	28.7				19.92	0.64	1.96	2.61

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0 – 20	9.16	35.58	25.92	9.67
20 – 50	8.78	29.52	23.94	5.58

Cuadro 4.87. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040710

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	49.43	26.76	23.81	FArA	FA	5	6	0.8	1.52				4.8		
20 – 50	34.51	32.47	33.02	FAr	FArL		5.8	0.72	1.37				6.25	7.35	Alta
50 -120	27.57	64.67	7.76	FL	ArL		6.9	0.71	1.35				5.27		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 20	18	12.18	5.82	12.18	6.74	4.04	1.13	0.27		37.44	22.44	6.28	1.5	
20 – 50	30	14.61	15.39	14.61	8.22	4.35	1.47	0.57		27.4	14.5	4.9	1.9	
50 -120	41.5	22.17	19.33	22.17	13.45	4.77	3.38	0.57		32.41	11.49	8.14	1.37	

Profundidad	Saturaciones %		Elementos menores ppm		
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 20	67.67	1.52	1.36	48	23.8
20 – 50	48.7	1.12	2.22	36.8	31.4
50 -120	53.42	1.24	2.02	24.3	5.9

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Según la Figura 4.74 los suelos presentan un perfil A-B-C de evolución moderada. El horizonte A se destaca por un color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Bw presenta un color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte C es de color pardo amarillento oscuro, con textura arcillo limosa, sin estructura (masivo) y consistencia muy firme.

Como se observa en el cuadro 4.86 la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en el segundo; en ella predomina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

Como se puede observar en la Figura 4.74 y Cuadro 4.87 la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte y alta en profundidad, la saturación de bases es alta en el primer y tercer horizonte y media en el segundo; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio, Potasio y Magnesio presentan valores altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presentan valores altos y el Manganeso presenta valores que varían de altos a medios en profundidad, el Cobre y el Zinc presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, con contenidos bajos de materia orgánica. Suelos superficiales, de texturas moderadamente finas sobre finas, con capacidad de intercambio de cationes media y alta, saturación de bases alta y reacción del suelo moderadamente ácida a neutra. Presenta déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo son: pendientes moderadamente escarpadas, erosión ligera a moderada, suelos superficiales y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera a moderada y erosión severa, por estar en relieve de cañones y cañadas, presenta un alto riesgo de erosión por lo que la vocación es de conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Se recomienda mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia y así evitar la erosión hídrica, para ello es necesario conservar la hojarasca y el sotobosque existente.

En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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, las fases MSQf1 y MSQf2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-4, por el alto riesgo de erosión por lo que son de 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.

4.3.1.35 Consociación Tajancarón (orden Andisol): Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 041213. Símbolo MSR

Los suelos de esta unidad se localizan en el caserío Chuiquistel poblado Ojo de agua y el río Madre Vieja del municipio de San Antonio Palopó; abarca una extensión de 86 hectáreas. Esta unidad cartográfica 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).



Figura 4.75. Cañones y cañadas en paisaje de montaña volcano-erosional cubiertos por bosque mixto (Foto: C. García, 2010)

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semifrío húmedo" (Código S), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 17.0 °C y un rango de precipitaciones entre 1,001 y 2,000 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 anual media de 1,314 mm y una altitud media de 1,800 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*), la cobertura vegetal es bosque mixto.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas); pendientes fuertemente escarpadas (>75%), en un paisaje de montaña volcano-erosional y en tipo de relieve cañones y cañadas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (PM 041213) en un 90% del total del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Tajancarón, presenta la siguiente fase:

- **MSRg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (86 ha).

En la Figura 4.76, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posterior a la gráfica se hace una descripción completa del suelo antes mencionado.

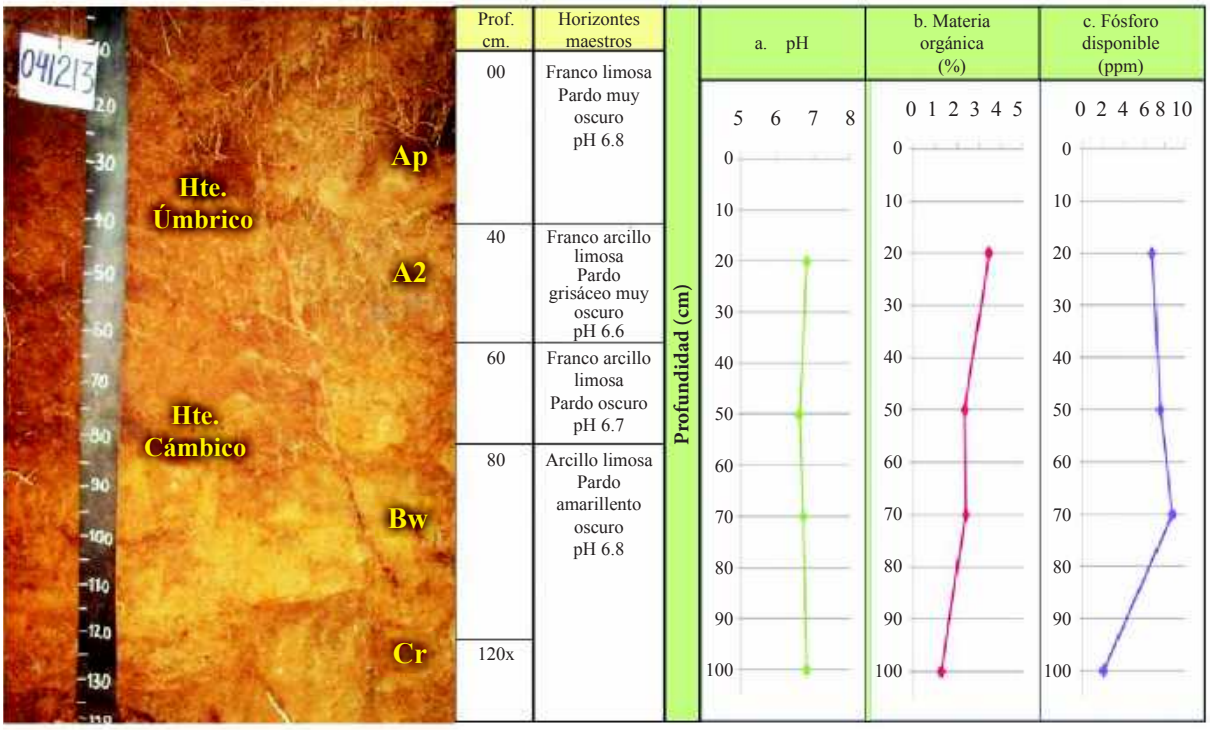


Figura 4.76. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Tajancarón; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2007)

A). Descripción del perfil modal No. 041213

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 041213 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponde a esa localización y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Sololá.

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Tajancarón
Símbolo		MSR
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Pedro Yepocapa
	Aldea	–
	Caserío, sector, sitio, finca	Tajancarón
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 449129
		Latitud (Y): 1605363
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,081
	Línea de vuelo No.	455
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,262 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,873 mm
	Temperatura promedio anual	17.0 °C
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	–
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	–
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	80 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Bosque mixto y agricultura
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Materiales compactados, baja retención de humedad, pendiente fuertemente escarpada, deficientes precipitaciones en un semestre del año
Cobertura natural		Encino, roble, palo blanco
Describió		Manuel de Jesus Tum Canto
Fecha de descripción		15 – 04 – 2009

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 40 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco limosa y de laboratorio arenosa franca; 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 finos y medios, tubulares, continuos; muchas raíces finas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8 reacción neutra; límite gradual y ondulado.
40 – 60 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio arenosa franca; frecuente 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; muchos poros, finos y medios, tubulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6 reacción neutra; límite gradual y ondulado.
60 – 80 cm Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio arenosa franca, frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios, tubulares, continuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7 reacción neutra ácida; límite claro y plano.
80 – 120x cm Cr	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio arenosa franca, poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas de distribución anormal; 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 041213:

Cuadro 4.88. Resultados de los análisis físicos del perfil 041213

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	0.99	1.79	76.25	27.96				19.07	28.3	16.39	44.69
40 – 60	0.98	1.24	77.69	26.85				18.75	13.72	7.25	20.97

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 40	8.89
40 – 60	8.1

Cuadro 4.89. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 041213

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 – 40	86.25	10.54	3.2	AF	FL	10	6.8	1.82	3.46				6.76	6.84	Alta
40 – 60	81.47	13.05	5.48	AF	FArL	15	6.6	1.23	2.33				7.55		
60 – 80	80.79	11.27	7.93	AF	FArL	20	6.7	1.25	2.38				8.73		
80 – 120	80.54	9.13	10.32	AF	ArL	10	6.8	0.67	1.27				2.01		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 40	13.5	4.33	9.17	4.33	2.03	1.48	0.47	0.35		15.04	10.98	3.45	2.58	
40 – 60	19.5	4.15	15.35	4.15	1.45	1.6	0.82	0.28		7.43	8.21	4.22	1.43	
60 – 80	18.5	4.85	13.65	4.85	1.94	1.8	0.76	0.36		10.49	9.71	4.09	1.93	
80 – 120	19	4.14	14.86	4.14	1.87	1.67	0.33	0.27		9.83	8.77	1.75	1.42	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 40	32.04	2.88	1.37	53.7	1.54	14.6	0.37	0.65	
40 – 60	21.28	3.64	1.47	73.9	1.76	43.5			
60 – 80	26.22	4.5	1.36	71.1	2.25				
80 – 120	21.77	3.76	0.31	37.5	4.51				

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C, mostrado en la Figura 4.76. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, el Ap es de color pardo muy oscuro, textura franco limosa, sin estructura (grano suelto), consistencia suelta. El horizonte A2 de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw de color pardo oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura de bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Cr de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.88 la porosidad total en el primer horizonte es media y baja en el segundo, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.89 y la Figura 4.76, la reacción del suelo es neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media, la saturación de bases presenta valores bajos, el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y bajo en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores bajos, el Magnesio presenta valores medios, el Potasio presenta valores altos en los tres primeros horizontes y medios en el último. Los valores de Fósforo disponible son bajos y presenta valores de retención fosfórica bajos en el primer horizonte y medios en el segundo.

Respecto a elementos menores, el Cobre presenta valores altos en el tercer horizonte y medios en los demás, el Zinc y el Manganeso presentan valores bajos y el Hierro valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución, de origen ígneo (volcánico), derivados de depósitos piroclásticos consolidados; con bajos contenidos de materia orgánica. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos del suelo y por el aluminio activo. Suelos moderadamente profundos, texturas medias, capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases de media a baja y reacción neutra. Presentan régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año y temperatura edáfica isotérmica (15 y 22°C).

Las principales limitantes de estos suelos son pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión ligera. Poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Es importante conservar la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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 MSRg1 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, 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.

4.3.1.36 Consociación Valle Primavera (orden Molisol): Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (SSS, 2010); perfil modal 030404. Símbolo MSS

La Consociación Valle Primavera se encuentra en los alrededores de la aldea Panyevar del municipio de San Juan La Laguna del cerro Tzamatzan y el río Yatzá, del municipio de Santa María Visitación; Posee una extensión de 72 hectáreas. Esta unidad fue identificada y muestreada en el levantamiento de suelos

efectuado en el departamento de Sacatepéquez por lo que puede consultarse en MAGA-IGAC (2012).

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 15.0oC, precipitación anual media de 1,500 mm y una altitud media de 1,773 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 4.77, muestra que el uso de la tierra es agrícola.



Figura 4.77 Vallecito en paisaje de montaña volcano-erosional, con agricultura (Foto: J. del Cid, 2,010)

Los suelos de esta unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) 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:

- **MSScp1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (72 ha).

En la Figura 4.78, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, la materia orgánica y el fósforo disponibles. Posterior a la gráfica se hace una descripción completa del suelo antes mencionado.

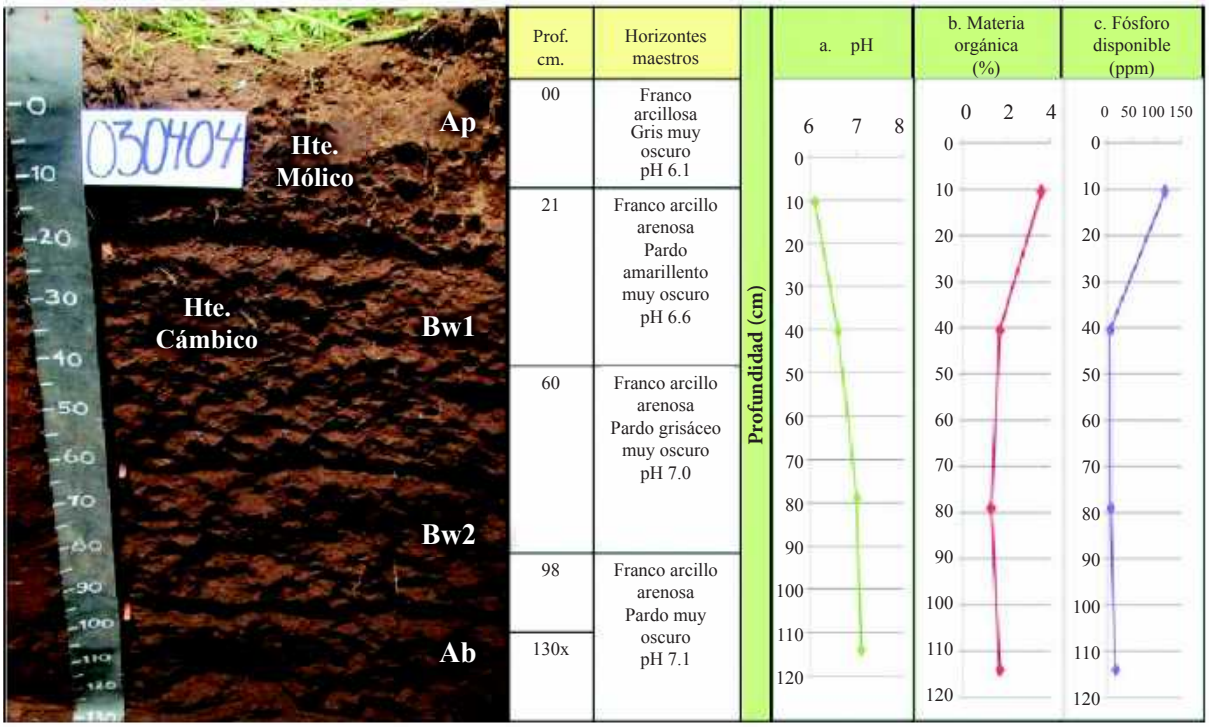


Figura 4.78. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación valle primavera; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible presentes a través del perfil (Foto: G. Bonilla, 2,009)

A). Descripción del perfil modal No. 030404

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030404, que fue identificado originalmente en el departamento de Sacatepéquez (ver MAGA-IGAC, 2012), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponde a esa localización y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Sololá.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Valle Primavera
Símbolo		MSS
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 m.s.n.m..
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	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
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	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 4.90 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	18.1				11.73	9.12	6.21	15.32
21-60	1.06	1.52	46.57	15.02				10.71	20.5	9.76	30.26

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-21	6.37			
21-60	4.31			

Cuadro 4.91 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	Laboratorio	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	0.67	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	S.A.I.
0-21	20.5	14.75	5.75	14.75	11.71	2.44	0.36	0.24		57.12	11.9	1.76	1.17	
21-60	14	10.47	3.53	10.47	8.42	1.77	0.06	0.22		60.14	12.64	0.43	1.57	
60-98	9.5	8.52	0.98	8.52	6.26	1.52	0.53	0.21		65.89	16	5.58	2.21	
98-130	14.5	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	21.8
21-60	74.79	2.64	1.14	27	4
60-98	89.68	2.42	1.14	23.1	1.7
98-130	59.03	2.28	0.76	23.4	2.2

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 química.

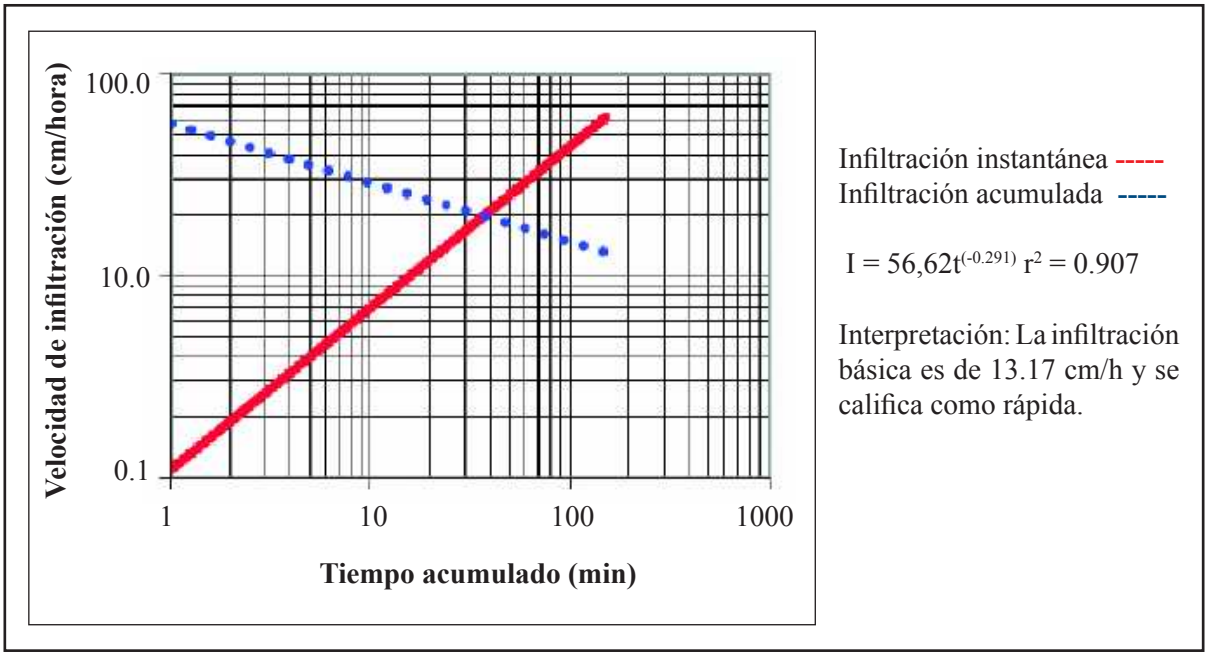


Figura 4.79 Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "rápida" para las pruebas hidrodinámicas realizadas en los suelos de la Consociación Valle Primavera. PM 030404

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Como puede observarse en la Figura 4.78 y en la descripción del perfil, el suelo presenta un perfil de evolución moderada, ya que tiene una secuencia de horizontes A-B. El primer horizonte es un Ap de color gris muy oscuro, con textura franco arcillosa, 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 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 arcillo arenosa, sin estructura (masivo).

Como puede observarse en el Cuadro 4.90, 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 4.91 y la Figura 4.78, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, La capacidad de intercambio de cationes va de alta a baja 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, el Calcio presenta valores altos, el Potasio se califica como medio en el primer horizonte y alto en profundidad; el Magnesio presenta valores medios. El Fósforo disponible presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en los demás.

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, el Zinc presenta valores bajos. Según los análisis químicos y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Como puede observarse en la Figura 4.79, la infiltración del agua en el perfil se califica como rápida.

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

Suelos minerales de evolución moderada, de origen aluvial, han sido formados por materiales arrastrados por corrientes de agua, presentan decrecimiento irregular de la materia orgánica en el perfil, suelos profundos, bien drenados, texturas medias, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes varía de alta a baja, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta, pendientes moderadamente inclinadas, pedregosidad superficial puntual, erosión ligera; presentan régimen de humedad ústico y permanecen secos por más de 90 días consecutivos al año, son de texturas moderadamente gruesas, la temperatura edáfica es isotérmica (entre 15 y 22 °C).

Las limitaciones de estos suelos son las pendientes moderadamente inclinadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Los suelos presentan pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), presencia de pedregosidad superficial y erosión ligera, poseen vocación agrícola, son aptos para la agricultura con cultivos de diferentes ciclos.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. No debe alterarse el suelo debido a la pedregosidad, si es necesario arar, se recomienda realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas debe aplicarse láminas moderadas en volumen y aplicaciones moderadamente espaciadas 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 MSScp1, pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-3, por lo que los suelos son 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.

4.3.1.37 Consociación Cerro de Oro (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - francosa, amórfica, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071904. Símbolo MQA

La Consociación Cerro de Oro se encuentra localizada en inmediaciones del cerro Chuitinamit del municipio de San Pedro La Laguna y el cerro de Oro en el municipio de Santiago Atitlán. Abarca una extensión de 112 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 y 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 18.8 °C, precipitación anual media de 1,000 mm y una altitud media de 1,681 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo sub-tropical, (bh-MB) cuya 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 otros, según la Figura 4.80, se observa que la cobertura vegetal predominante es bosque latifoliado.



Figura 4.80. Domo en paisaje de montaña volcano-erosional, municipio de Santiago Atitlán (Foto: C. García, 2010)

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

La unidad cartográfica está representada por un suelo Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - francosa, amórfica, isotérmica (PM 071904), en un 90% del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Cerro de Oro, presenta las siguientes fases:

- **MQAfp2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (39 ha).
- **MQAgp2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (73 ha).

En la Figura 4.81, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

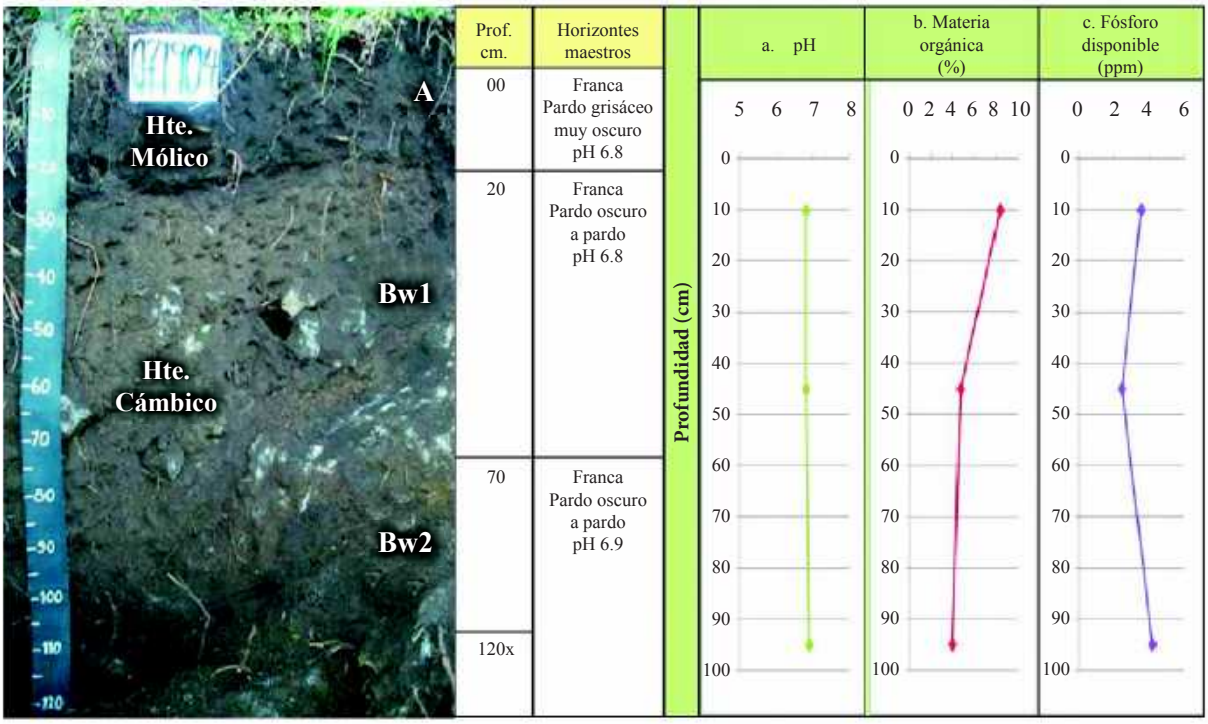


Figura 4.81. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal de la Consociación Cerro de Oro; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071904

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071904:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Cerro de Oro
Símbolo		MQA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza sobre esquelética - francosa, amórfica, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santiago Atitlán
	Aldea	Cerro de Oro
	Caserío, sector, sitio, finca	Parte media del cerro
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 427269
		Latitud (Y): 1621995
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2450
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Domo
	Forma del terreno	Cono
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,739 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpada
	Rango	Mayor a 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,000 mm.
	Temperatura promedio anual	19.4 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	70 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%

Uso	**Actual**	Bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, fragmentos de roca en el perfil, pendiente fuertemente escarpada, erosión moderada
Vegetación natural		Cushín, capulín
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		19-10-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción ligeramente neutra; limite claro y ondulado.
20 – 70 cm. Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%) y poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, irregulares; pocas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite difuso.
70 – 120x cm. Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%) y abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas y medias, muertas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra.

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

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071904:

Cuadro 4.92. Resultados de los análisis físicos del perfil 071904

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	0.91	1.49	111.7	60.54				13.17	17.82	21.11	38.93
20-70	0.99	1.23	203.5	53.81				9.45	14.35	5.16	19.51

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	47.37			
20-70	44.36			

Cuadro 4.93. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071904

Profundidad	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH	C. O.	M. O.	N. Total	CaCO3		Fósforo	Fertilidad***	
Cm	Arenas	Limos	Arcillas	Laboratorio	Campo	%	01:01	%	%	%	**	%	ppm	Valor	Calific.
0-20	60.4	38.12	1.48	FA	F	10	6.8	4.43	8.42	0.4			3.54	7.19	Alta
20-70	62.44	36.08	1.48	FA	F	10	6.8	2.49	4.73	0.22			2.44		
70-120	60.31	38.21	1.48	FA	F	60	6.9	2.1	3.99	0.19			4.19		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	21.5	12.87	8.63	12.82	8.08	2.23	1	1.51	0.05	37.58	10.37	4.65	7.02	0.39
20-70	12.5	9.51	2.99	9.46	4.72	2.49	0.57	1.68	0.05	37.76	19.92	4.56	13.44	0.53
70-120	13.5	9.59	3.91	9.54	4.75	2.47	0.55	1.77	0.05	35.19	18.3	4.07	13.11	0.52

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	59.63	1.58	0.39	43	1	34.7	0.96	0.91		
20-70	75.68	2.77	0.34	39.18	1	32.8	1	1		
70-120	70.67	3.02	0.2	46.39	1					

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 química.

Cuadro 4.94. Resultados del análisis mineralógico del perfil 071904

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	20-70	70-120
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	-	Tr
Feldespatos	++	++
Cristobalita	Tr	-
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	20-70	**70-120**
Anfiboles	Tr	Tr
Circón	4	2
Cuarzo	tr	Tr
Feldespatos Plagioclasas	31	36
Opacos	11	5
Piroxenos	6	2
Productos de alteración	47	54
Vidrio volcánico	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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.81 los suelos presentan un perfil A- B de evolución moderada. En el horizonte A se destaca un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura en gránulos y consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, presenta color pardo oscuro a pardo, textura franca, estructura en bloques subangulares y consistencia friable.

Según el Cuadro 4.92 la porosidad total es media hasta los 20 centímetros y baja en profundidad; domina la microporosidad sobre la macroporosidad en el primer horizonte y la macroporosidad sobre la microporosidad en el segundo. La humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 4.93 y la Figura 4.81 la reacción del suelo es neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte y media para el resto del perfil, la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y disminuye en profundidad (Figura 4.80). Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos, el Calcio y el Manganeso presentan valores medios. Los valores de Fósforo disponible son bajos y la retención de fósforo por el suelo se considera media.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta altos valores, el Cobre valores medios y el Zinc y Manganeso valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

La mineralogía de estos suelos (Cuadro 4.94), se caracteriza por presentar en la fracción arena productos alterados y Plagioclasa, con menores porcentajes de opacos, los piroxenos se encuentran en rangos de 2-6%, el cuarzo y el vidrio volcánico en trazas. En la fracción arcilla los materiales amorfos dominan y los feldespatos son comunes (rangos 15-30%). Los resultados concuerdan y son muy similares a los demás intergrados ándicos, ratifican los grados de evolución (bajos-medios) y explican muchas de las características físicas y químicas de estos suelos.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, con altos valores de materia orgánica en el primer horizonte y medios en profundidad. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos moderadamente superficiales, de texturas medias, capacidad de intercambio de cationes alta a media, saturación de bases alta y reacción del suelo neutra. Suelos con déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos están relacionadas con las pendientes que van de moderada a fuertemente escarpadas, erosión moderada, pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos, que posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), pedregosidad superficial y erosión moderada, presenta vocación forestal y por lo tanto es apta para el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente.

La fase de estos suelos, que presenta pendientes fuertemente escarpadas (>75%), pedregosidad superficial y erosión moderada, es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En la fase con vocación forestal es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca y el sotobosque existente. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas plantando al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En la fase con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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 MQAfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, son tierras de vocación forestal. La fase MQAgp2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p1, por lo que son tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, recursos hídricos y de 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.

4.3.1.38 Consociación Tzantziapa (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial sobre ceniza, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071902. Símbolo MQB

Esta unidad cartográfica se encuentra en inmediaciones del paraje Pacoc del municipio de San Lucas Tolimán; los parajes Xecal, Xeracantzí, la finca Tzantziapa y la cabecera municipal del municipio de San Pedro La Laguna; los caseríos Chilchic-Abaj, Pasanahí, Tzanchaj, Xechabac, cantón La Cumbre, Panabaj, Patzilin Abaj, Tzanchalí cerro de Oro, finca La Providencia, labor Panabaj, las ensenadas Remuchuacaj, Xuijiyú, comunidad Chocomuc, lotificación Bahía de Santiago, los cerros de Oro, Quelbajuyú, punta Tzanchalí, Tzanhuacal, Tzanjayam, el sitio arqueológico Chucumuc del municipio de Santiago Atitlán; la cabecera del municipio de San Juan La Laguna. Abarca una extensión de 4,161 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 y 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 18.3 °C, precipitación anual media de 1,065 mm y una altitud media de1,661 msnm, dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) 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. En la Figura 4.82 se observa que el uso predominante de la tierra es la agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes de ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente escarpadas (50-75%) correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de estrato-volcán.



Figura 4.82. Estrato-volcán en paisaje de montaña volcano-erosional, se observa el cultivo de café con sombra de gravilea, municipio de Santiago Atitlán (Foto: O. Hernández, 2010)

La unidad cartográfica está representada por suelos del tipo Andic Humustepts, familia medial sobre ceniza, isotérmica (PM 071902) en un 70% y como inclusiones los suelos Humic Haplustands, familia ceniza sobre esquelética-francosa, isotérmica (PI 071314) en un 20% y Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arenosa, superactiva, isotérmica (PI 071807) en un 10% del área.

La Consociación Tzantziapa, presenta las siguientes fases:

- **MQBb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (123 ha).
- **MQBbp1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (1,562 ha).
- **MQBc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (21 ha).
- **MQBc2:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión moderada (187 ha).
- **MQBcp2:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (264 ha).
- **MQBd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión de ligera (115 ha).
- **MQBd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (243 ha).
- **MQBdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (765 ha).
- **MQBdp2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión moderada (66 ha).
- **MQBe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (173 ha)
- **MQBe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (458 ha)
- **MQBep1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (62 ha)
- **MQBep2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (20 ha)
- **MQBf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (102 ha).

Las inclusiones de la unidad cartográfica están conformadas por los suelos Humic Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - francosa, isotérmica (PI 071314) los que se caracterizan por ser

moderadamente superficiales, bien drenados, de texturas medias sobre gruesas, con saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina, moderada reacción al NaF, fertilidad alta, con pendientes moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión ligera. Y el suelo Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arenosa, superactiva, isotérmica (PI 071807), estos suelos se caracterizan por ser moderadamente profundos, bien drenados, de texturas medias sobre gruesas, con saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina, moderada reacción al NaF, fertilidad alta, con pendientes ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión moderada. (Ver detalles de las inclusiones en el anexo B).

En la Figura 4.83, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

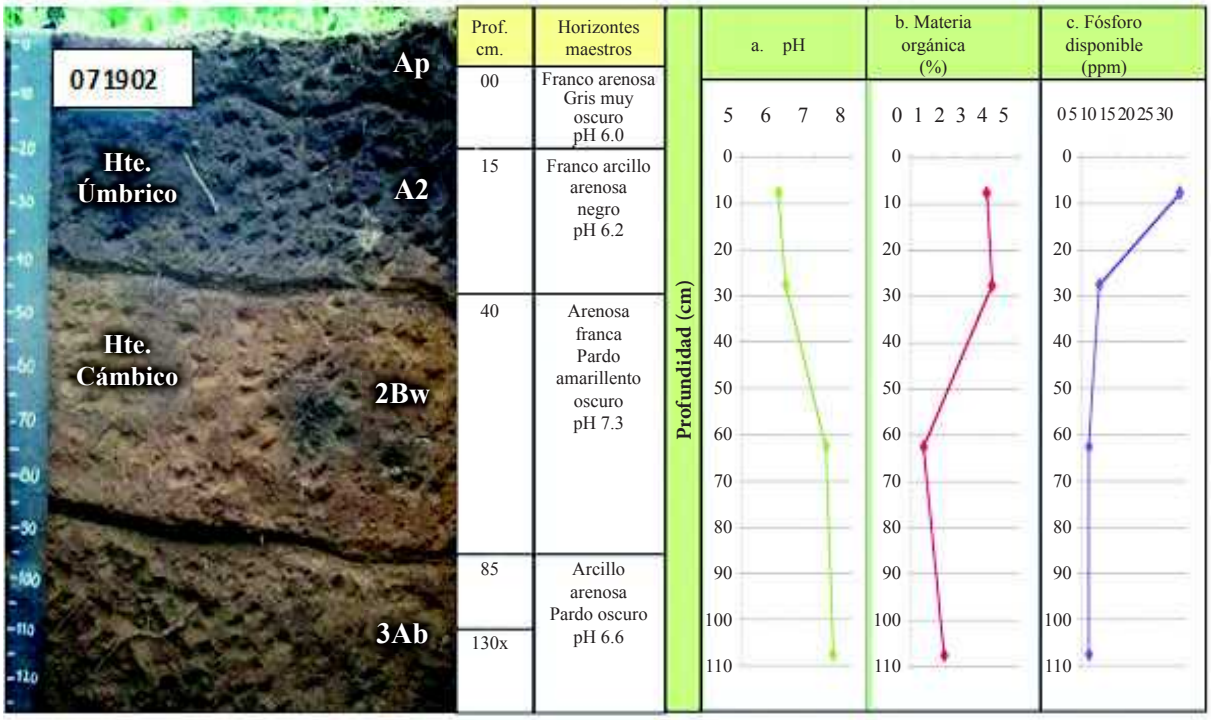


Figura 4.83. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal de la Consociación Tzantziapa; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: O. Hernández, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071902

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071902:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Tzantziapa
Símbolo		MQB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial sobre ceniza, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santiago Atitlán
	Aldea	La Cumbre
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerro de Oro
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 427830
		Latitud (Y): 1622230
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2450
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
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		1,616 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,000 mm.
	Temperatura promedio anual	19.8 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitantes

Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, café en asocio con gravilea
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, mediana pedregosidad superficial, fragmentos de roca saprolizada en el perfil, baja retención de humedad
Cobertura natural		Pino, encino, ilamo
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		14-09-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo 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 friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; muchos poros, medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite gradual y plano.
15 – 40 cm. A2	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite gradual y ondulado.
40 – 85 cm. 2Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra; límite claro y plano.
85 – 130x cm. 3Ab	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia húmedo friable, en mojado 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, ni al H_2O_2; pH 7.5, 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 071902:

Cuadro 4.95. Resultados de los análisis físicos del perfil 071902

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	1.1	1.12	89.17	69.83				19.23	0.39	1.4	1.79
15-40	1.19	1.21	71.32	52.93				15.79	0.43	1.23	1.65
40-85	1.2	1.43	41.46	22.36				5.22	7.41	8.67	16.08

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-15	50.6			
15-40	37.14			
40-85	17.14			

Cuadro 4.96. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071902

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	60.9	37.64	1.46	FA	FA	10	6	1.84	3.49				28.24	6.23	Media
15-40	58.53	40	1.47	FA	FArA		6.2	1.97	3.75				5.12		
40-85	64.74	33.79	1.47	FA	AF		7.3	0.29	0.56				2.15		
85-130	74.84	33.7	1.46	FA	ArA		7.5	0.8	1.52				2.16		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-15	13	3.1	9.9	2.96	2.7	0.02	0.08	0.15	0.14	20.79	0.19	0.64	1.12	4.5
15-40	16.5	5.39	11.11	5.33	4.53	0.4	0.22	0.18	0.06	27.43	2.45	1.31	1.09	1.1
40-85	11.5	6.16	5.34	6.11	4.95	0.49	0.47	0.2	0.05	43.06	4.3	4.06	1.75	0.81
85-130	18.5	9.15	9.35	9.11	6.89	1.25	0.72	0.25	0.04	37.22	6.75	3.9	1.38	0.44

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-15	22.74	0.68	1.62	18.98	1	23.4	0.62	0.6		
15-40	32.27	1.28	0.2	28	1	26	0.78	0.72		
40-85	53.17	1.54	0.2	10.32	1	17.9				
85-130	49.24	2.17	0.2	6.11	1					

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 química.

Cuadro 4.97. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil 071902

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	15-40	40-85
Cristobalita	tr	tr
Caolinita	-	-
Feldespastos	++	++
Intergrados 2:1 - 2:2	tr	-
Haloisita	tr	tr
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	-	-
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	15-40	**40-85**
Circón	tr	tr
Cuarzo	2	tr
Feldespatos Plagioclasa	11	13
Opacos	10	15
Piroxenos	4	3
Productos de alteración	73	69

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	?
No detectado	N.D.		

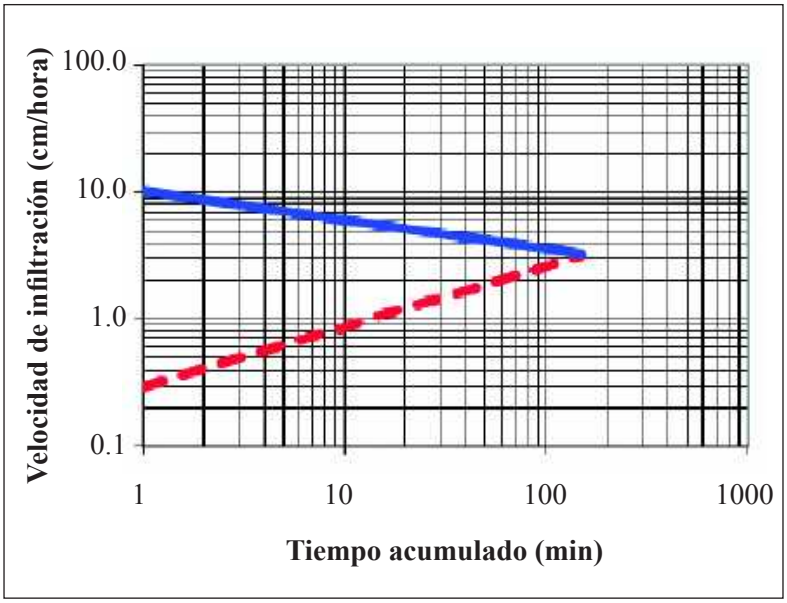


Figura 4.84. Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderada" de las pruebas hidrodinámicas realizadas para el perfil modal 071902

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Según la Figura 4.83 los suelos presentan un perfil A-B-Ab de evolución moderada. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, el horizonte Ap presenta color gris muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable, el horizonte A2 presenta color negro, franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte 2Bw presenta color pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. Al horizonte 3Ab se le denomina enterrado, este presenta color pardo oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.95 la porosidad total es baja; hay dominancia entre la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta en el primero y segundo horizonte y desciende en profundidad.

Según el Cuadro 4.96 y la Figura 4.83, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a ligeramente alcalina. La capacidad de intercambio de cationes es media y la saturación de bases es baja en los primeros horizontes y alta en profundidad; el contenido de materia orgánica es medio hasta los 40 centímetros y bajo en el resto del perfil.

Con referencia a los cationes, el Calcio y Potasio presentan valores bajos en el primer horizonte y aumentan en profundidad, el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores altos en el primer horizonte y desciende en profundidad y la retención de fósforo presenta valores de bajos a medios.

Respecto a los elementos menores, el Hierro tiene valores medios en el primer y tercer horizonte, valores altos en el segundo y bajos en el último, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

La mineralogía de este suelo (Cuadro 4.97), está dominada por materiales amorfos, en la fracción arcilla y por productos de alteración en las arenas. Los feldespatos (plagioclasas) se presentan en ambas fracciones; ello indica grados de alteración bajos a medios, comunes en andisoles e integrados ándicos de la región central del país.

En la Figura 4.84 se muestra la gráfica de infiltración de agua en el suelo dada en cm/h la cual se ha determinado como moderada, esta fue realizada en el perfil modal 071902.

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

Suelos minerales de moderado desarrollo genético, su evolución se da especialmente en los horizontes superficiales y está asociada a la materia orgánica que poseen. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Son suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre gruesas, capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases baja a alta y reacción del suelo moderadamente ácida a ligeramente alcalina. Presentan deficientes precipitaciones en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C, que corresponden a un régimen isotérmico.

En los suelos se reportan como principales limitantes las siguientes: pendientes de ligera a moderadamente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), mediana pedregosidad superficial y erosión ligera; pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera a moderada; pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada; todas ellas son de vocación agrícola, son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción y ganadería semi-intensiva.

Las fases que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial y erosión moderada; pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera a moderada; son de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes así como sistemas extensivos silvopastoriles

La fase de estos suelos, que posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión moderada, presenta vocación forestal y posee aptitud para actividades forestales: establecimiento de plantaciones forestales y manejo productivo de bosque natural existente

En los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas, la intensidad de las prácticas irá en función del aumento de la pendiente. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar, si es necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos. Las actividades ganaderas deben realizarse en forma semi-intensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En las tierras con vocación agroforestal se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, establecer acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 y dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En las tierras con vocación forestal es necesario 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. Deben establecer planes de control de incendios forestales.

Respecto a su fertilidad, la materia orgánica presenta valores medios por lo que es necesario incrementarla a través de la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Con respecto a los micronutrientes y con base a la rentabilidad de los cultivos debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

Necesitan riego en la época seca y por su textura franca debe aplicarse láminas moderadas en volumen y aplicaciones moderadamente 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 MQBc1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-3; la fase MQBb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-2; la fase MQBc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-3; la fase MQBcp2 pertenece a la clase IV, subclase IV es y grupo de manejo IV es-2; la fase MQBd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-3; la fase MQBd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-2; la fase MQBdp1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV ps-3; la fase MQBbp1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-2. Todas esta fases poseen vocación agrícola.

La fase MQBdp2 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-3; las fases MQBe1, MQBe2, MQBep2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-2; la fase MQBep1 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-1; poseen vocación agroforestal y silvopastoril.

La fase MQBf2 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, son tierras con vocación forestal.

Para conocer los cultivos que se adaptan a cada 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.

4.3.1.39 Grupo Indiferenciado Chichivoy (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica, perfil modal 071906 y Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071324. Símbolo MQC

Esta unidad cartográfica se encuentra localizada a inmediaciones del paraje Tzanjay del municipio de San Juan La Laguna; caserío Pachitulul, lotificación Santa Alicia del municipio de San Lucas Tolimán;

aldea Cerro de Oro, caserío Pahuacal, ensenada Patzajayé y cantón Chichivoy dela cabecera del municipio de Santiago Atitlán; cabecera del municipio de San Pedro La Laguna. Abarca una extensión de 919 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 y 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 18.3 °C, precipitación anual media de 1,007 mm y una altitud media de 1,712 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. En La Figura 4.85 se observa que la cobertura vegetal predominante es de bosque latifoliado.



Figura 4.85. Escarpe en paisaje de montaña volcano-erosional, se observa la el bosque latifoliado como uso principal (Foto: R. Pacheco, 2010)

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 montaña volcano-erosional en relieve de estrato-volcán.

La unidad cartográfica está representada por los suelos Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica (PM 071906) en un 60% y los suelos Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica (PM 071324) en un 40% del área.

El Grupo Indiferenciado Chichivoy, presenta las siguientes fases:

- **MQCf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (10 ha).
- **MQCfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (392 ha).
- **MQCfp2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), abundante pedregosidad superficial, erosión moderada (517 ha).

- ***Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica, perfil modal 071906***

En la Figura 4.86, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

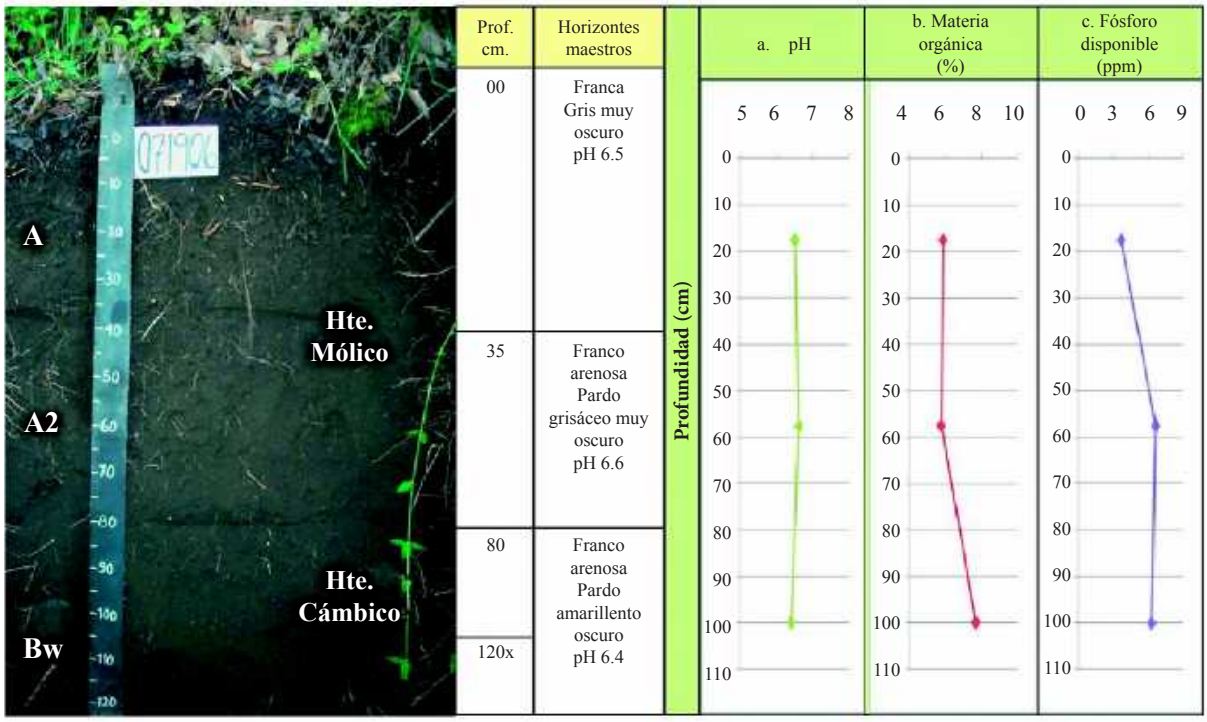


Figura 4.86. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del perfil modal 071906, así como gráficas que muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071906

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071906:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Chichivoy
Símbolo		MQC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santiago Atitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Chichivoy
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 422574
		Latitud (Y): 1618599
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2399
	Línea de vuelo No.	451
	Bloque No.	04

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Escarpe
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,821 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,000 mm.
	Temperatura promedio anual	18.4 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes moderadamente escarpadas
Vegetación natural		Encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		20-10-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 35 cm. A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca 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 no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
35 – 80 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%) y poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite difuso.
80 – 120x cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, 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 071906:

Cuadro 4.98. Resultados de los análisis físicos del perfil 071906

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	0.81	1.31	48.08	33.61				3.24	11.49	26.68	38.17
35-80	0.98	1.08	51.02	36.95				1.74	2.55	6.71	9.26

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-35	30.37			
35-80	35.21			

Cuadro 4.99. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071906

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.
0-35	64.65	33.88	1.47	FA	F	5	6.5	3.10	5.89				3.64	7.63	Alta
35-80	66.77	31.76	1.47	FA	FA	20	6.6	3.04	5.78				6.63		
80-120	64.71	33.83	1.47	FA	FA	15	6.4	4.06	7.72				6.27		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-35	15.50	9.21	6.29	9.17	4.62	1.86	0.48	2.21	0.04	29.83	12.01	3.11	14.23	0.43
35-80	14.00	6.88	7.02	6.84	3.82	1.11	0.28	1.63	0.04	27.93	7.90	2.04	11.68	0.57
80-120	17.50	8.86	8.64	8.79	5.06	1.72	0.46	1.55	0.07	28.89	9.82	2.64	8.86	0.79

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-35	59.18	2.16	1.34	37.63	1.00	22.70	0.73	0.79		1.52
35-80	48.87	1.70	1.55	36.49	1.00	25.00	0.78	0.79		1.53
80-120	50.21	1.87	1.90	49.30	1.00					

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 química.

- ***Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 071324***

En la Figura 4.87, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

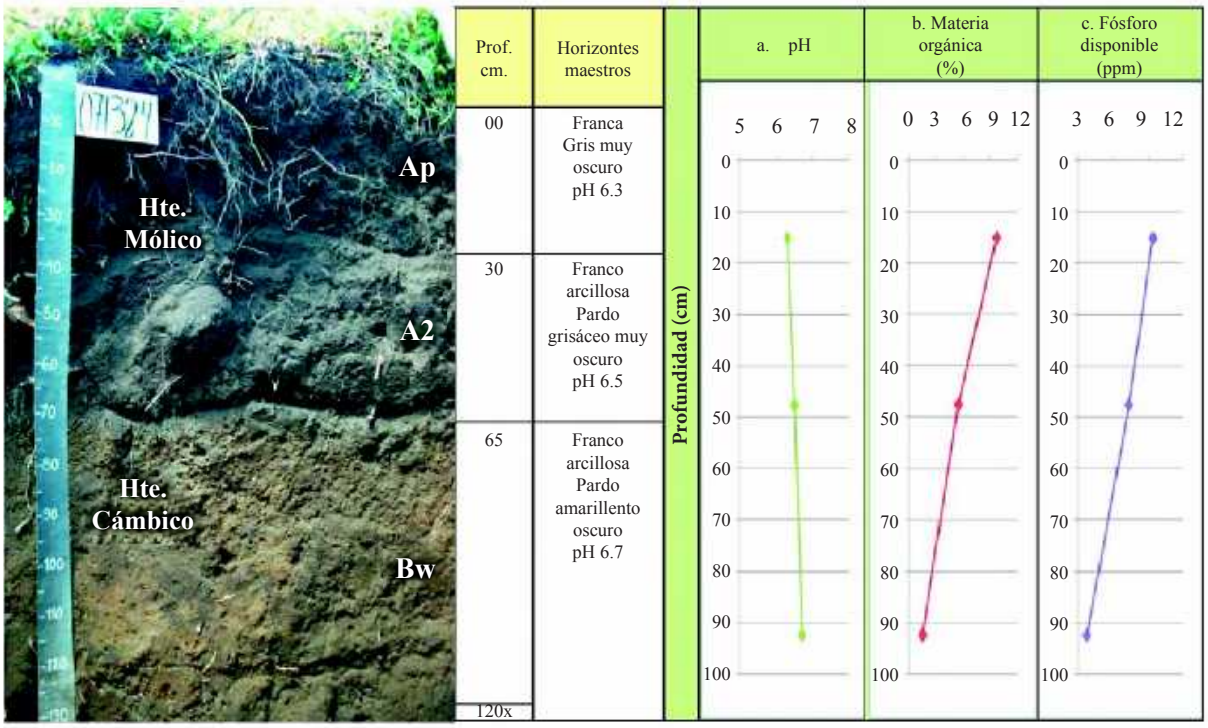


Figura 4.87. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del perfil modal 071324, así como las gráficas que muestran el comportamiento de algunas condiciones químicas, como el pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

C). Descripción del perfil modal 071324

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071324:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Grupo Indiferenciado Chichivoy
Símbolo	MQC

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 430083
		Latitud (Y): 1619043
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2448
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Estrato-volcán
	Forma del terreno	Escarpe
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,638 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,000 mm.
	Temperatura promedio anual	18.3 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Pedregón
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
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 y forestería
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		19-10-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0-30 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
30-65 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
65-120 x cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); 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 ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra.

D). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071324:

Cuadro 4.100. Resultados de los análisis físicos del perfil 071324

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	0.94	1.13	53.38	24.94				9.39	8.96	7.86	16.81
30-65	1.14	1.21	46.46	44.79				16.88	0.21	5.58	5.79

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	15.55			
30-65	27.91			

Cuadro 4.101. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071324

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.
0-30	56.59	41.95	1.47	FA	F	10	6.3	5.14	9.77				9.38	7.59	Alta
30-65	56.70	41.84	1.46	FA	FAr	20	6.5	2.89	5.50				7.34		
65-120	58.52	40.01	1.47	FA	FAr	10	6.7	0.79	1.51				3.73		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	14.50	8.69	5.81	8.69	6.51	1.38	0.56	0.24		44.91	9.50	3.88	1.64	
30-65	13.00	9.51	3.49	9.51	6.50	0.96	0.21	1.84		50.03	7.35	1.63	14.13	
65-120	10.00	9.24	0.76	9.24	5.14	1.08	0.45	2.57		51.44	10.77	4.45	25.74	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	59.92	1.76	0.73	57.15	1.00	30.50	0.96	0.19		
30-65	73.14	1.27	0.20	43.07	1.00	23.90	0.85	1.00		
65-120	92.40	4.72	0.20	47.47	1.00					

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 química.

E). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Perfil modal 071906

De acuerdo con la Figura 4.86 los suelos presentan un perfil A-B de evolución moderada. El horizonte A se subdivide en A y A2, donde el horizonte A presenta color gris muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares y consistencia muy friable. El A2 presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia muy friable. El horizonte Bw tiene un color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia muy friable.

Según el Cuadro 4.98 la porosidad total es media en el primer horizonte y desciende en profundidad; en ella predomina la microporosidad. La humedad aprovechable es alta.

Como se observa en la Figura 4.86 y Cuadro 4.99 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media y la saturación de bases es de alta a media; el contenido de materia orgánica es alto, la fertilidad de los suelos es alta.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos en el primer y último horizonte y medios en el segundo, el Calcio y el Magnesio presenta presentan valores medios. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo por el suelo es baja. Respecto a los elementos menores el Hierro presenta valores altos, el Manganeso, el Cobre y el Zinc presentan valores bajos.

Perfil modal 071324

De acuerdo con la Figura 4.87, los suelos presentan un perfil A-B de evolución moderada. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, presenta color pardo grisáceo muy oscuro y gris muy oscuro, textura

franca y franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Bw es de color pardo amarillento oscuro, con textura franco arcillosa, estructura en bloque subangulares y consistencia fiable.

Como se observa en el Cuadro 4.100 la porosidad total es baja; no hay dominancia entre micro y macroporosidad. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y media en el segundo.

Según el Cuadro 4.101 y la Figura 4.87 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media y la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es alto en los primeros dos horizontes y disminuye en profundidad.

De los cationes, el Calcio presenta altos valores en los primeros dos horizontes y medios en profundidad, el Potasio presenta valores altos en el primer y tercer horizonte y medios en el segundo, el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo es media hasta los 30 centímetros y baja en profundidad.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

F). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo

Las características principales y las recomendaciones de uso y manejo corresponden al suelo dominante en el grupo indiferenciado: Andic Haplustolls, familia ceniza, isotérmica (PM 071906).

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, con altos contenidos de materia orgánica en los horizontes superficiales. Suelos profundos, de texturas moderadamente gruesas, capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases alta y reacción del suelo ligeramente ácida a neutra. Presentan déficit de humedad en época seca. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C, que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes de estos suelos son: pendientes moderadamente escarpadas, erosión ligera a moderada, pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera a moderada, son de vocación forestal y por lo tanto, son aptas para implementar actividades forestales: establecimiento de plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.

Se recomienda mantener una cobertura vegetal al suelo como protección al impacto de la gota de lluvia y así evitar la erosión hídrica, por lo que es necesario conservar la hojarasca y el sotobosque existente. El bosque debe ser utilizado por medio de planes de manejo y el aprovechamiento forestal realizarlo en la época seca. En el caso de plantaciones forestales deben establecerse bajo medidas de conservación de suelos, plantarse siguiendo las curvas de nivel y construir terrazas individuales para cada planta. Asimismo, deben establecerse planes de control de incendios forestales.

G). Capacidad de uso y recomendaciones específicas de la UCS

Según la metodología de Capacidad de Uso de la Tierra que se ha utilizado en el estudio, las fases MQCf2, MQCfp1 y MQCfp2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, son tierras de vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de estos suelos, 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.

4.3.1.40 Complejo Santa Cruz La Laguna (orden Entisol y Molisol): Typic Ustorthents, familia arenosa sobre esquelética-arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 070114 y Lithic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071401. Símbolo MQD

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del cerro Tzansuj del municipio de San Marcos La Laguna; el caserío Pajomel y la cabecera municipal del municipio de Santa Cruz La Laguna; la cabecera del municipio de San Pablo La Laguna. Abarca una extensión de 1,163 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 y 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 17.2 °C, precipitación anual media de 1,106 mm y una altitud media de 1,769 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. En la Figura 4.88 se observa una panorámica de la cobertura vegetal y uso del suelo que muestra bosque mixto y pequeñas áreas con agricultura.



Figura 4.88. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observa el bosque mixto y pequeñas áreas de cultivos en el municipio de Santa Cruz La Laguna (Foto: W. González, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes 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 conformada por los suelos Typic Ustorthents, familia arenosa sobre esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica (PM 070114) en un 40%; Lithic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica (PM 071401) en un 30%; Andic Haplustepts, familia ceniza, isotérmica (PI 031006) en un 20% y afloramientos rocosos en un 10% del área.
El complejo Santa Cruz La Laguna, presenta las siguientes fases:

- **MQDfr3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (215 ha).
- **MQDgpr2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada (746 ha).
- **MQDgr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (202 ha).

La inclusión de la unidad corresponde a los suelos Andic Haplustepts, familia ceniza, isotérmica que se caracterizan por ser profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, con alta saturación de bases, media capacidad de intercambio de cationes, reacción ligeramente ácida a neutra, fertilidad alta, con erosión ligera.

- ***Typic Ustorthents, familia arenosa sobre esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 070114***

En la figura 4.89, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

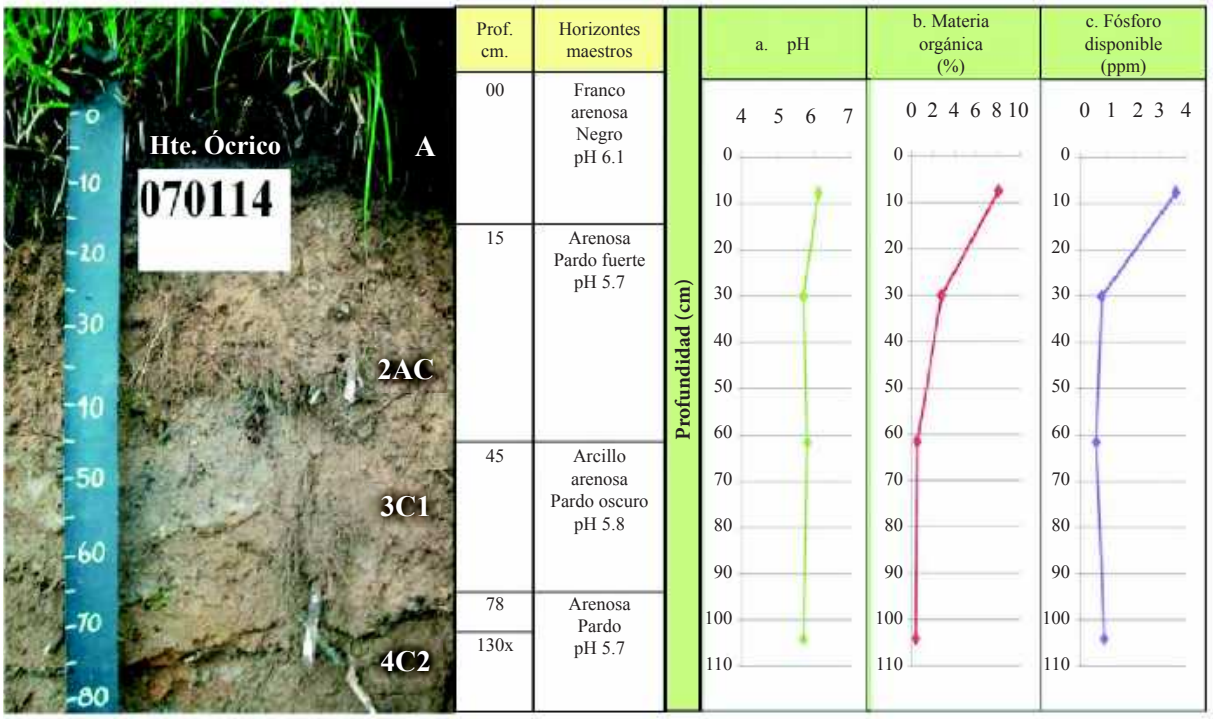


Figura 4.89. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil 070114 del complejo Santa Cruz La Laguna; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070114

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070114:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Complejo Santa Cruz La Laguna
Símbolo		MQD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Ustorthents, familia arenosa sobre esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	A 100 metros del puente río San José
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 425371
		Latitud (Y): 1632286
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2346
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
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		1844 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,200 mm.
	Temperatura promedio anual	15.9 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5% del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	Poca
	Superficie cubierta	10 %.

Afloramientos rocosos	**Clase**	Poca
	Superficie cubierta	10 %.
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	78 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca, drenaje moderadamente excesivo, presencia de fragmentos en el perfil, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, pajonales, gramas naturales
Describió		William Hernán González Martínez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		20-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm. A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea, estructura en gránulos, finos, medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no 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, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite gradual y ondulado.
15 – 45 cm. 2AC	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR5/6); textura de campo arenosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; 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, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7, reacción moderadamente ácida; límite gradual y ondulado.
45 – 78 cm. 3C1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante pedregosidad (40%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea, sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa, no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, medias, gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite claro y ondulado.
78 – 130 cm. 4C2	Color en húmedo pardo (7.5YR5/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante pedregosidad (65%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, medias, gruesas, vivas, de distribución normal; no hay actividad macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7, reacción moderadamente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070114:

Cuadro 4.102. Resultados de los análisis físicos del perfil 070114

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	1.05	1.42	75.72	23.89				14.00	17.84	8.22	26.06
15-45	0.90	1.37	65.71	19.75				13.10	24.00	10.31	34.31
45-78	0.87	1.67	68.00	26.13				16.67	29.50	18.41	47.90

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-15	9.89			
15-45	6.65			
45-78	9.46			

Cuadro 4.103. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070114

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	53.31	42.41	4.28	FA	FA	5	6.1	4.22	8.02				3.62	7.63	Alta
15-45	48.72	42.80	8.48	F	A	20	5.7	1.46	2.77				0.78		
45-78	52.95	42.53	4.51	FA	ArA	40	5.8	0.29	0.55				0.59		
78-130	54.31	39.20	6.49	FA	A	65	5.7	0.22	0.41				0.88		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-15	25.63	20.70	4.93	20.70	14.00	5.35	1.23	0.13		54.60	20.86	4.79	0.50	
15-45	22.22	17.49	4.72	17.49	4.26	12.50	0.61	0.11		19.19	56.29	2.76	0.50	
45-78	31.90	17.85	14.05	17.85	9.58	7.16	0.87	0.24		30.04	22.44	2.73	0.77	
78-130	27.91	22.19	5.72	22.19	13.74	7.32	0.51	0.62		49.22	26.23	1.83	2.22	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-15	80.75	0.10	3.50	14.85	157.00	22.50	0.31	0.39		
15-45	78.74	0.90	0.75	71.65	27.50	24.70	0.36	0.35		
45-78	55.97	1.45	0.80	50.10	21.20	20.10				
78-130	79.50	1.20	0.70	26.80	2.70					

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 química.

- ***Lithic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 071401***

En la Figura 4.90, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura y color. Posteriormente se presenta el paisaje en donde se tomo el perfil modal y la descripción completa del suelo en mención.

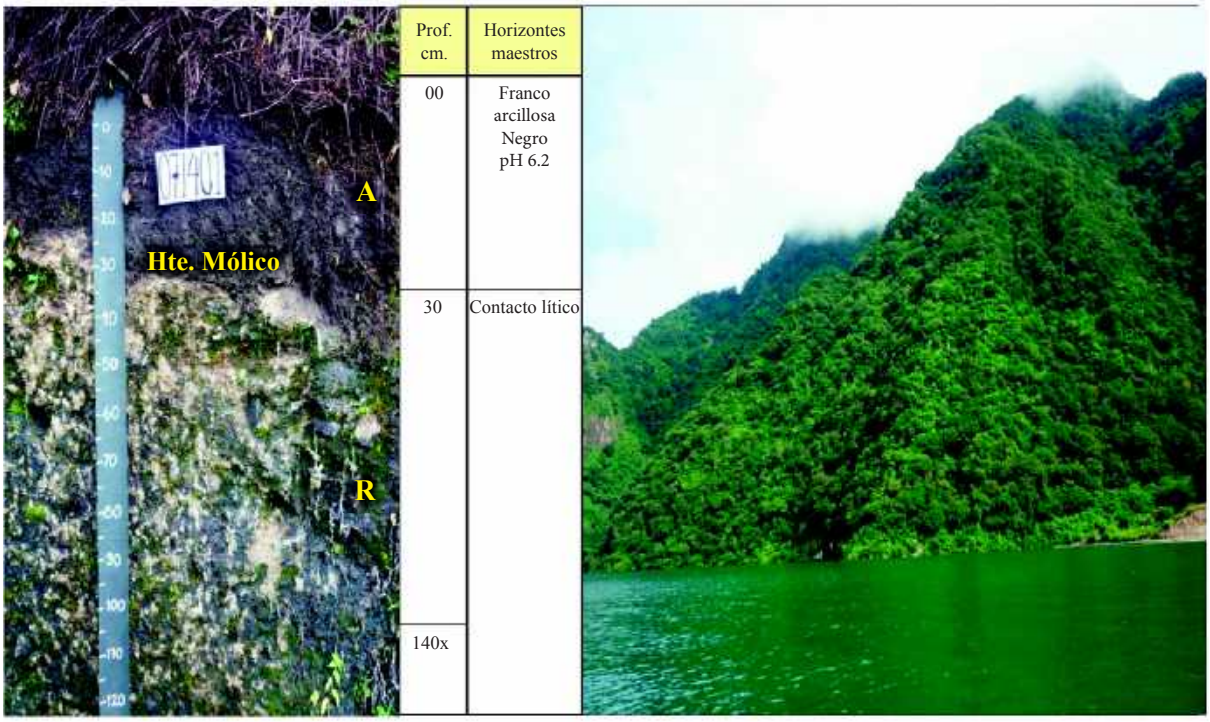


Figura 4.90. En la fotografía de la izquierda se observan los horizontes identificados en el perfil 071401 y en la fotografía de la derecha se aprecia parte del paisaje donde se tomo el perfil modal como parte del complejo Santa Cruz La Laguna (Foto: W. González, 2010).

C). Descripción del perfil modal 071401

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071401:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Complejo Santa Cruz La Laguna
Símbolo		MQD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Lithic Haplustolls, familia francosa fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Cruz La Laguna
	Aldea	Santa Cruz
	Caserío, sector, sitio, finca	A 500 metros al sur Santa Cruz, reserva privada
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 423253
		Latitud (Y): 1629821
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2297
	Línea de vuelo No.	447
	Bloque No.	04
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		1,658 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,073 mm.
	Temperatura promedio anual	17.6 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra y pedregón
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	30 cm.
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	-
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente fuertemente escarpada, contacto lítico, baja retención de humedad, erosión moderada
Vegetación natural		Encino, pino, ciprés
Describió		William Hernán González Martínez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		25-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillosa y laboratorio franco arenosa; frecuente cascajo (20%) de forma irregular, mediana alteración de origen ígneo, estructura en gránulos, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, medianos y gruesos, irregulares, discontinuos; 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 6.2, reacción ligeramente ácida; límite abrupto y ondulado.
30 – 140x cm. R	Material cohesivo y coherente.

D). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil modal 071401

Cuadro 4.104. Resultados de los análisis físicos del perfil modal 071401

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades % (revisar)		
Cm	Aparente	Real	Satur.	30 kPa	100 kPa	500 kPa	1000 kPa	1500 kPa	Macro	Micro	Total
0-30	2.39	2.53	48.67	20.10				11.49	3.25	2.29	5.53

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	8.61			

Cuadro 4.105. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071401

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.
0-30	52.28	41.89	5.53	FA	FAr	20.00	6.2	1.89	3.59				8.62	5.09	Baja

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	12.50	8.70	3.80	8.67	6.55	1.61	0.27	0.23	0.03	52.43	12.90	2.16	1.83	0.34

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	69.33	0.20	0.20	20.34	6.91	14.10				

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 química.

La inclusión de la unidad corresponde a los suelos del tipo Andic Haplustepts, familia ceniza, isotérmica (PI 031006), los suelos se caracterizan por ser superficiales, tienen drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, reacción del suelo ligeramente ácida, moderada reacción al NaF, fertilidad alta. Estos suelos fueron descritos en el departamento de Sacatepéquez y para ampliar la información de estos se puede consultar el anexo B.

E). Interpretación de la morfología y los resultados de laboratorio

Perfil modal 070114

En la Figura 4.89 los suelos presentan un perfil A-C de evolución baja. El horizonte A se subdivide en A y AC, el horizonte A se destaca por un color negro, textura franco arenosa, estructura en gránulos y consistencia muy friable. El horizonte 2AC se le denomina transicional (pues tiene características de A y C) este presenta un color pardo fuerte, textura arenosa, estructura granular y consistencia muy friable. El horizonte C se subdivide en 3C1 y 4C2, presenta color pardo a pardo oscuro, textura arcillo arenosa y arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia suelta.

Como se observa en el cuadro 4.102 la porosidad total es baja y aumenta en profundidad, predomina la macroporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

De acuerdo con el Cuadro 4.103 y la Figura 4.89 la reacción del suelo varía de ligera a moderadamente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Magnesio, el Calcio y Potasio presentan valores altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como baja.

Respecto a los elementos menores, el Hierro y Manganeso presentan valores altos, El Zinc presenta valores medios en el primer horizonte y desciende en profundidad, el Cobre presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Perfil modal 071401

De acuerdo con la Figura 4.90 los suelos presentan un perfil A – R de evolución baja. El horizonte A se destaca por un color negro, textura franco arenosa, estructura en gránulos y consistencia muy friable. El horizonte R es un material cohesivo y coherente.

Al observar el Cuadro 4.104 podemos observar que la porosidad total es baja; domina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.105 la reacción del suelo es ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es media y la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es medio.

De los cationes, el Calcio encuentra valores altos, el Potasio y el Magnesio presentan valores medios. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención fosfórica se estima como baja. Al considerar los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Manganeso presenta valores medios, el Cobre y el Zinc presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es baja.

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

Las características principales y las recomendaciones de uso y manejo corresponden al suelo dominante en el complejo: Typic Ustorthents, familia arenosa sobre esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica (PM 070114).

Suelos minerales de baja evolución genética, de origen ígneo, derivados de ceniza y pómez, con contenidos medios a altos de materia orgánica en los horizontes superficiales. Suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas gruesas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases alta y reacción del suelo ligera a moderadamente ácida. Presentan déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

En estos suelos las principales limitantes son: pendientes moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, erosión moderada y severa, pedregosidad superficial, existencia de afloramientos rocosos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos, que posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), afloramientos rocosos y erosión severa, es de vocación forestal y por lo tanto, es apta para implementar actividades forestales: establecimiento de plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.

Las fases de estos suelos, con pendientes fuertemente escarpadas (>75%) presentan vocación para conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con vocación forestal de producción es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca y el sotobosque existente. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas implementando curvas de nivel y/o con pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En las tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

G). 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 MQDfr3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-; son de vocación forestal.

La fase MQDgpr2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1; la fase MQDgr3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, son 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.

4.3.1.41 Consociación Panaranjo (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia ceniza sobre medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071208. Símbolo MQE

La Consociación Panaranjo se encuentra localizada en los caseríos San Gabriel, Panaranjo, del municipio de San Antonio Palopó y área limítrofe entre los municipios de San Lucas Tolimán y San Antonio Palopó. Abarca una extensión de 311 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 y 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 18.8 °C, precipitación anual media de 1,022 mm y una altitud media de 1,795 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*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). En la Figura 4.91 se observa que la cobertura vegetal y el uso de la tierra es bosque mixto y agricultura.



Figura 4.91. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, en la panorámica se observa el cultivo del café y el bosque mixto (Foto: D. López, 2010)

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

La unidad cartográfica está representada por el suelo Andic Humustepts, familia ceniza sobre medial, isotérmica (PM 071208), en un 90% del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala del estudio.

La Consociación Panaranjo, presenta las siguientes fases:

- **MQEf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (124 ha).
- **MQEfp2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (187 ha).

En la Figura 4.92, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención

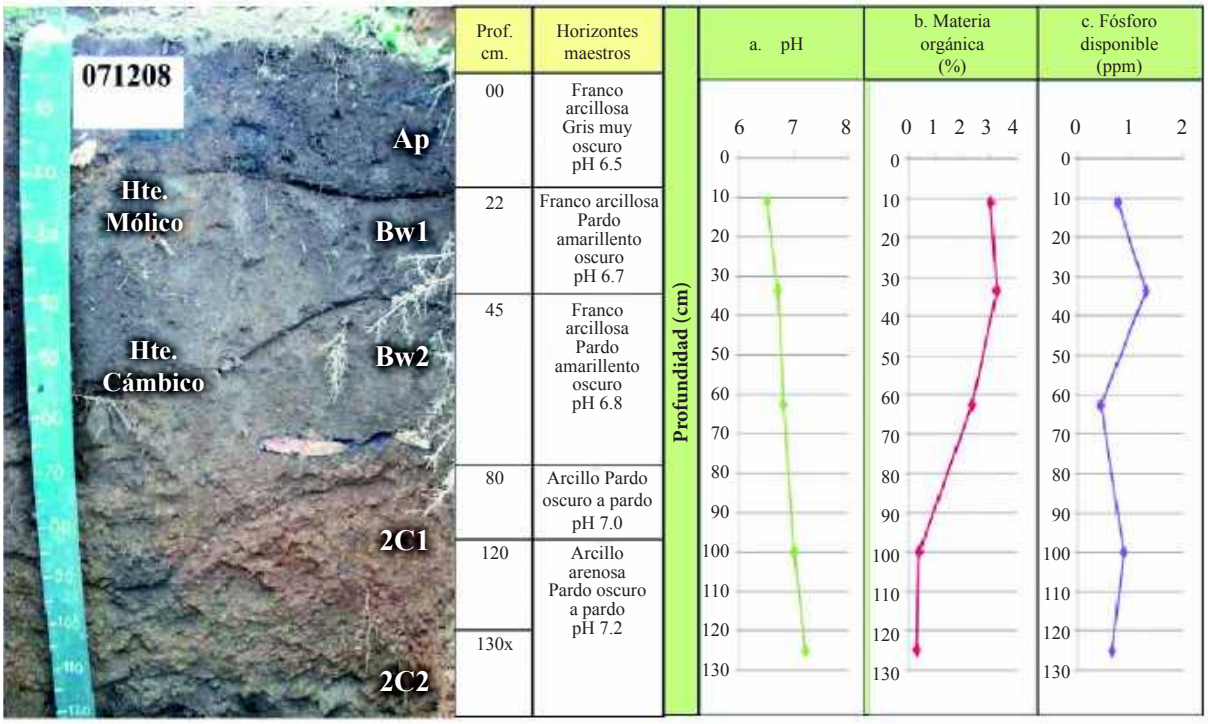


Figura 4.92. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del perfil modal 71208; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: D. López, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071208

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071208:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Panaranjo
Símbolo		MQE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia ceniza sobre medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Antonio Palopó
	Aldea	Comunidad San Gabriel
	Caserío, sector, sitio, finca	Parque Cerro Iquitiu
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 432455
		Latitud (Y): 1617966
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2409
	Línea de vuelo No.	451
	Bloque No.	04
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 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,034 mm.
	Temperatura promedio anual	18.6 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5% del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto y agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, café
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendientes moderadamente escarpadas y baja retención de humedad, erosión moderada
Cobertura natural		Encino, ciprés
Describió		Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		17-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 22 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (7.5YR3/1); 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 ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos 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 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
22 – 45 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medios, irregulares, continuos; muchas raíces, finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
45 – 80 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
80 – 120 cm. 2C1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, fuerte al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; limite gradual y ondulado.
120 – 130x cm. 2C2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; muy abundante piedra (75%); sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, mojado 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, 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 071208:

Cuadro 4.106. Resultados de los análisis físicos del perfil 071208

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
0-22	0.93	1.18	77.31	28.18				10.82	13.46	7.72	21.19
22-45	1.02	1.50	56.06	37.89				6.00	10.37	21.63	32.00
45-80	1.14	1.45	61.58	29.90				14.21	11.00	10.38	21.38

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-22	17.36			
22-45	31.89			
45-80	15.67			

Cuadro 4.107. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071208

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.
0-22	49.68	49.56	0.76	FA	FAr	5	6.5	1.60	3.04				0.75		
22-45	45.58	47.38	7.04	FA	FAr	3	6.7	1.72	3.27				1.29		
45-80	47.30	45.60	7.09	FA	FAr	3	6.8	1.24	2.36				0.43	7.62	Alta
80-120	45.70	47.37	7.03	FA	Ar	20	7.0	0.21	0.39				0.86		
120-130	51.05	46.27	2.78	FA	ArA	75	7.2	0.16	0.30				0.65		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-22	32.47	17.42	15.05	17.42	13.61	2.65	1.05	0.11		41.93	8.16	3.23	0.33	
22-45	26.77	10.12	16.65	10.12	5.81	2.95	1.32	0.05		21.70	11.00	4.92	0.20	
45-80	26.77	12.74	14.04	12.74	10.15	1.81	0.51	0.27		37.91	6.76	1.90	1.00	
80-120	17.66	9.14	8.52	9.14	7.33	1.14	0.46	0.21		41.48	6.43	2.62	1.20	
120-130	10.82	6.63	4.20	6.63	5.18	1.04	0.29	0.11		47.86	9.58	2.72	1.06	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-22	53.65	N.D.	2.15	8.95	33.30	53.90	0.69	1.50		
22-45	37.81	1.60	1.80	37.80	32.35	27.20	0.51	1.80		
45-80	47.57	3.05	1.95	70.55	18.40	25.60				
80-120	51.73	4.95	2.10	151.50	11.65					
120-130	61.22	3.95	1.40	105.10	7.60					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.92 los suelos presentan un perfil A-B-C de evolución moderada. En el horizonte Ap se estaca su color gris muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, presenta color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable y muy friable. El horizonte C se subdivide en 2C1 y 2C2, este se caracteriza por un color pardo oscuro a pardo, textura arcillosa y arcillo arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.106 la porosidad total es media en el segundo horizonte y baja en los demás; en ella predomina la macroporosidad. La humedad aprovechable es alta en el segundo horizonte y baja en los demás.

Al observar la Figura 4.92 y el Cuadro 4.107 se refleja que la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta hasta el tercer horizonte y media en profundidad, la saturación de bases es media en el segundo y tercer horizonte y alta en los demás; el contenido de materia orgánica es medio en los dos primeros horizontes y desciende en profundidad.
Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos, el Calcio presenta valores altos en el primero, tercero y cuarto horizontes y medio en el segundo, el Magnesio presenta valores medios del primero al tercer horizonte y bajo en profundidad. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos, el Hierro presenta valores bajos en el primer horizonte y altos en profundidad, el Zinc presenta valores bajos y el Cobre presenta valores que varían de bajos a medios. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales derivados de cenizas volcánicas de evolución moderada. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen.

Son suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta a media, saturación de bases alta a media y reacción del suelo de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C, que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada y severa y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), pedregosidad superficial, erosión moderada a severa, son de vocación forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo prácticas de manejo.

En estos suelos es necesario 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. Las plantaciones forestales deben establecerse bajo medidas de conservación de suelos, como mínimo deben plantarse siguiendo las curvas de nivel y se recomienda construir terrazas individuales; asimismo, es importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie y construir barreras vivas o muertas; así como incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Deben establecerse 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 MQEfp2 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3; la fase MQEf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1; poseen vocación forestal.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo, 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.

4.3.1.42 Consociación Tzampetey (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071313. Símbolo MQF

La Consociación La Cumbre se encuentra localizada en inmediaciones del caserío Tzampetey del municipio de San Antonio Palopó, la cabecera municipal de San Juan La Laguna; finca Santa Alicia del municipio de San Lucas Tolimán y el paraje Xecal del municipio de San Pedro La Laguna. Abarca una extensión de 432 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 y 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 17.9 °C, precipitación anual media de 1,041 mm y una altitud media de 1,803 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*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). En la Figura 4.93 se observa que el uso predominante de la tierra es la agricultura con cultivo de café.



Figura 4.93. Lomas en paisaje de montaña volcano-erosional, se observa café bajo sombra (Foto: W. González, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de lomas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica (PM 071313) en un 80% y un suelo del tipo Humic Haplustands, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica (PI 071303) en un 20% del área.

La Consociación Tzampetey, presenta las siguientes fases:

- **MQFb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (70 ha).
- **MQFd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (72 ha).
- **MQFe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25- 50%), erosión ligera (118 ha).
- **MQFe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (172 ha).

El suelo inclusión es del tipo Humic Haplustands, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica (PI 071303), se caracteriza por ser suelo profundo, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, pH o reacción ligeramente ácida a neutra, moderada reacción al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes ligeramente escarpadas y erosión ligera. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

En la Figura 4.94, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

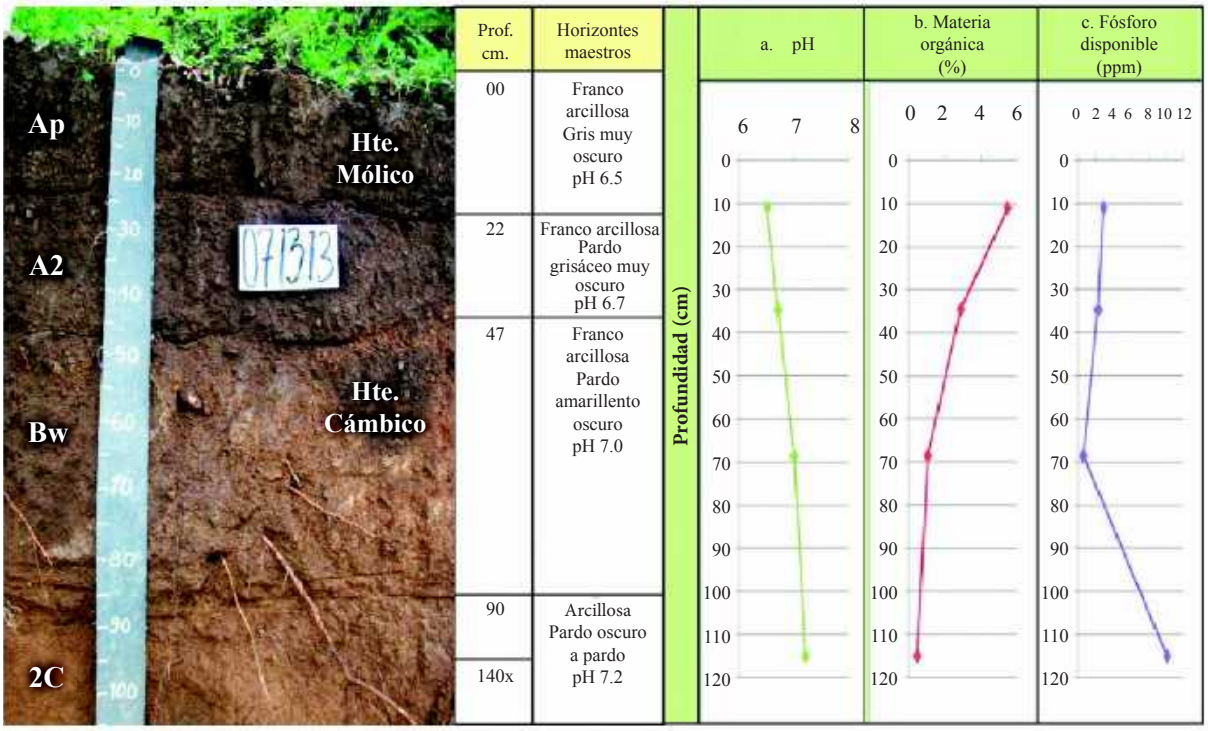


Figura 4.94. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del perfil modal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071313

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071313:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Tzampetey
Símbolo		MQF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	
Localización Geográfica	**Caserío, sector, sitio, finca**	A inmediaciones de la Finca Santa Alicia
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 431947
		Latitud (Y): 1617391
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2408
	Línea de vuelo No.	451
	Bloque No.	04

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Loma
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,936 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,102 mm.
	Temperatura promedio anual	18.4 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	90 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de material compactado, baja retención de humedad, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, ilamo, encino
Describió		William Hernán González Martínez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		19-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 22 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y laboratorio franco arenosa; 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 y gruesos, tubulares, discontinuos; muchas raíces, medias y gruesas, vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
22 – 47 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 friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, discontinuos; muchas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
47 – 90 cm. Bw	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 ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, gruesos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite claro y ondulado.
90 – 140x cm. 2C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, gruesos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, medias, vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos, químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071313:

Cuadro 4.108. Resultados de los análisis físicos del perfil 071313

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
0-22	0.97	1.68	80.77	24.77				11.32	29.30	12.96	42.26
22-47	0.96	1.48	72.41	22.32				10.71	24.30	10.83	35.14
47-90	1.00	1.76	52.63	32.38				11.33	16.61	26.57	43.18

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-22	13.45			
22-47	11.61			
47-90	21.05			

Cuadro 4.109. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071313

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.
0-22	60.06	37.75	2.19	FA	FAr	5	6.5	2.90	5.51				2.84	8.04	Alta
22-47	55.24	40.46	4.29	FA	FAr	5	6.7	1.52	2.89				2.25		
47-90	59.50	38.28	2.22	FA	FAr	10	7.0	0.56	1.06				0.59		
90-140	69.92	29.92	0.16	FA	Ar	30	7.2	0.26	0.49				10.17		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-22	21.65	27.49		27.49	10.15	15.96	1.23	0.15		46.88	73.73	5.67	0.71	
22-47	18.80	20.98		20.98	8.68	11.35	0.77	0.19		46.15	60.39	4.08	1.01	
47-90	15.38	19.93		19.93	7.93	11.35	0.56	0.08		51.59	73.81	3.66	0.54	
90-140	8.54	17.51		17.51	5.50	11.19	0.72	0.11		64.33	130.94	8.38	1.26	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-22	SAT	1.35	3.15	12.70	46.35	23.6	0.55	1.70		
22-47	SAT	3.20	2.55	31.00	26.35	60.3	0.48	1.60		
47-90	SAT	10.40	5.40	137.75	24.40	23.5				
90-140	SAT	4.25	2.45	134.15	6.30					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.94 los suelos presentan un perfil A-B-C de evolución moderada. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, presenta color gris muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Bw presenta color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte 2C se caracteriza por un color pardo oscuro a pardo, textura arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.108 la porosidad total es media; en ella predomina la macroporosidad. La humedad aprovechable es baja en los primeros horizontes y media en profundidad.

Según el Cuadro 4.109 y la Figura 4.94 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte y desciende en profundidad, la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Magnesio, Potasio y Calcio presentan altos valores. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como baja en el primer y tercer horizonte y media en el segundo.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos, el Hierro tiene valores bajos en el primer horizonte y altos en profundidad, el Cobre presenta valores bajos en el primer horizonte y asciende en profundidad, el Zinc presenta valores medios en el primer horizonte y desciende en profundidad.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, con altos contenidos de materia orgánica en el primer horizonte y bajos en profundidad. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos moderadamente profundos,

de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, saturación de bases alta y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C, que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitaciones para el uso y manejo son: pendientes ligeramente inclinadas, a ligeramente escarpadas, erosión ligera a moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y erosión ligera; pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión ligera; son de vocación agrícola por lo que son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción y ganadería semi-intensiva.

Las fases de estos suelos, que posee pendientes ligeramente escarpadas (25- 50%), erosión ligera a moderada, son de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo que son aptas para plantar cultivos permanentes en sistemas agroforestales y para establecer sistemas extensivos silvopastoriles.

Para los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Si es necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos. Las actividades ganaderas deben realizarse en forma semi-intensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual deben realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad de estos suelos, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a micronutrientes requiere Hierro, Cobre y Zinc.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 MQFb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-2; la fase MQFd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-3; son de vocación agrícola.

Las fases MQFe1 y MQFe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-2, son 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.

4.3.1.43 Consociación Naranjales (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071206. Símbolo MQG

La Consociación Naranjales se encuentra localizada en inmediaciones del paraje Panaranjo del municipio de San Antonio Palopó; abarca una extensión de 25 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 y 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 17.9 °C, precipitación anual media de 1,000 mm y una altitud media de 1,807 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*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). En la Figura 4.95 se observa que el uso principal de la tierra es la agroforestería.



Figura 4.95. Lomas en paisaje de montaña volcano-erosional, en la fotografía se observa el cultivo de café (Foto: M. Tum, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de lomas.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PM 071206), en un 90% del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Naranjales, presenta la siguiente fase:

- **MQGe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (25 ha).

En la Figura 4.96, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

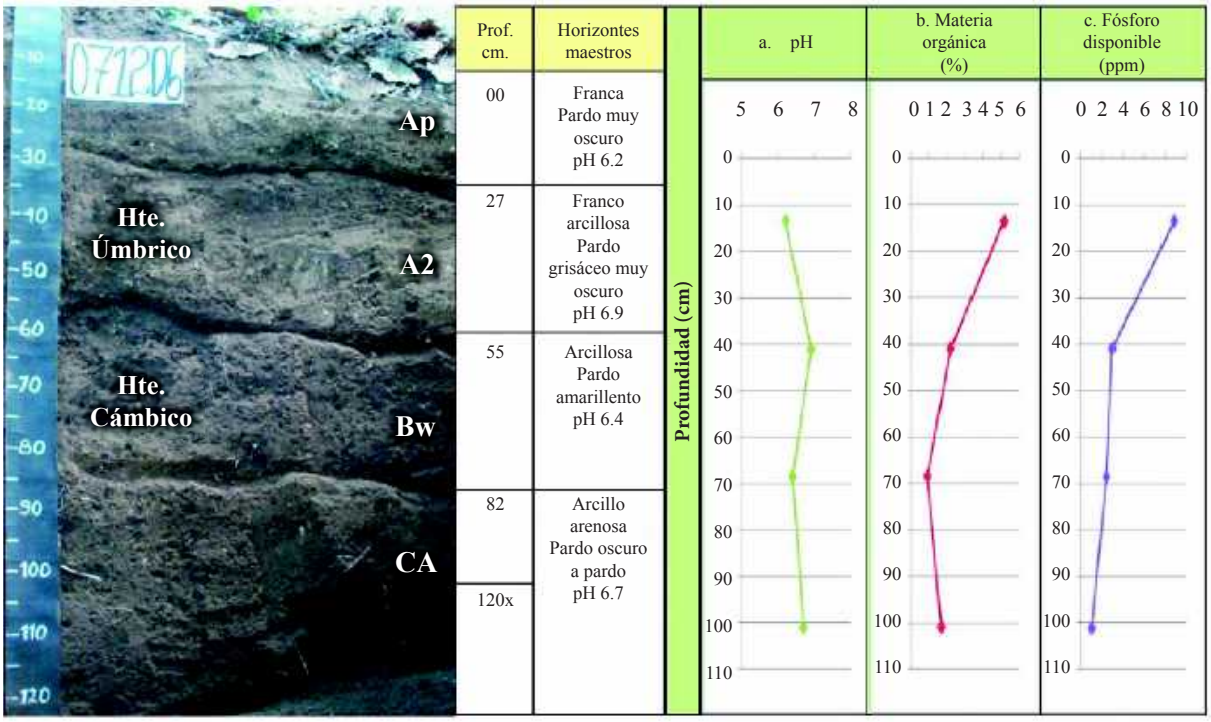


Figura 4.96. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del perfil modal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071206

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071206:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Naranjales
Símbolo		MQG
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Antonio Palopó
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Naranjales, Agua Escondida
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 0434193
		Latitud (Y): 1620029

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2445
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,806 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 - 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,000 mm.
	Temperatura promedio anual	17.9 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	16.90 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Rápido
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5% del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agroforestería
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		No hay
Describió		Manuel de Jesus Tum Canto
Fecha de descripción		24-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 27 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, 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; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
27 – 55 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias y finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y plano.
55 – 82 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento (10YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias y finas, vivas, de distribución normal; no hay 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 plano.
82 – 120x cm. CA	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos, químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071206:

Cuadro 4.110. Resultados de los análisis físicos del perfil 071206

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
0-27	1.04	1.2	53.5	29.30				13.64	6.03	7.30	13.33
27-55	1.00	1.24	63.58	27.40				13.64	11.01	8.34	19.35

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-27	15.66			
27-55	13.76			

Cuadro 4.111. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071206

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.
0-27	47.50	44.79	7.71	F	F		6.2	2.72	5.17				8.85	7.53	Alta
27-55	49.36	44.98	5.66	FA	FAr		6.9	1.16	2.21				2.98		
55-82	52.90	44.31	2.79	FA	Ar		6.4	0.48	0.91				2.43		
82-120	48.86	46.31	4.84	FA	ArA	3	6.7	0.89	1.70				1.05		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-27	22.50	8.15	14.35	8.12	5.36	1.27	1.32	0.17	0.03	23.83	5.66	5.87	0.74	0.37
27-55	21.00	6.96	14.04	6.92	4.17	1.24	1.34	0.17	0.04	19.85	5.92	6.38	0.82	0.57
55-82	11.00	6.07	4.93	6.03	3.09	1.03	1.67	0.24	0.04	28.08	9.41	15.18	2.20	0.66
82-120	12.00	5.25	6.75	5.21	2.65	0.91	1.42	0.24	0.04	22.05	7.61	11.81	1.97	0.76

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-27	36.11	1.19	0.20	24.35	2.97	90.60	0.35	1.30		
27-55	32.97	1.25	0.20	19.54	2.72	21.80	0.39	1.10		
55-82	54.86	1.25	0.20	16.47	2.81					
82-120	43.44	0.78	0.20	6.06	2.89					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.96 los suelos presentan un perfil A-B-C de evolución moderada. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, el horizonte Ap es de color pardo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares y consistencia friable, el A2 se caracteriza por un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Bw presenta color pardo amarillento, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte CA presenta color pardo oscuro a pardo, textura arcillo arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia friable.

En el Cuadro 4.110 se observa que la porosidad total es baja; no hay dominancia entre micro y macroporosidad. La humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.111 y la Figura 4.96 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en los primeros dos horizontes y media en profundidad, la saturación de bases tiene valores de bajos a altos; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Potasio se encuentra en niveles altos, el Calcio presenta valores medios, el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como alta en el primer horizonte y baja en el segundo.

De los elementos menores el Hierro presenta altos valores en el primer horizonte y desciende en profundidad, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderado desarrollo genético en sus horizontes; su evolución se da especialmente en sus horizontes superficiales y se relaciona con la presencia de materia orgánica. En general son suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes

alta a media, saturación de bases de media a alta y reacción del suelo ligeramente ácida a neutra. Estos suelos presentan déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C, que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para estos suelos son: pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos, que posee pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión moderada, es de vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y/o sistemas silvopastoriles.

En estos suelos se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, utilizando pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores altos de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas en forma periódica y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 MQGe2 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-2, posee 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.



4.3.1.44 Complejo Palopó (orden Molisol): Entic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071102 – Lithic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 071202. Símbolo MQH

El Complejo Palopó se encuentra a inmediaciones de la cabecera municipal del municipio de San Antonio Palopó; la cabecera municipal del municipio de Santa Catarina Palopó; Finca Natividad caserío Jucanyá en el municipio de Panajachel; la cabecera municipal del municipio de San Lucas Tolimán; cerro Tzansuj cabecera del municipio de San Marcos La Laguna; la cabecera municipal del municipio de Santa Cruz La Laguna y el caserío Tierra Linda ubicado en el municipio de Sololá. Su extensión total es de 256 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 y un rango de precipitaciones medias entre 601 a 1,000 mm anuales. Los suelos se ubican en un rango de altitud entre 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17.2 °C, precipitación media anual de 1,075 mm y una altitud media de 1,629 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.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y Glacís.



Figura. 4.97. Glacís en paisaje de montaña volcano-erosional con matorrales (Foto: M. Tum, 2010)

La unidad cartográfica está compuesta por un suelo Entic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (PM 071102) en un 50%; Lithic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (PM 071202) con un 30% y una inclusión Entic Haplustolls, familia arcillosa sobre arenosa, superactiva, isotérmica (PI 071101) en un 20% del total del área.

El Complejo Palopó, presenta las siguientes fases:

- **MQHc2:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión moderada (20 ha).
- **MQHd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (10 ha).
- **MQHe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (50-75%), erosión ligera (29 ha).
- **MQHe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (50-75%), erosión moderada (59 ha).
- **MQHep2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial puntual, erosión moderada (138 ha).

- ***Suelo Entic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 071102***

En la Figura 4.98, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

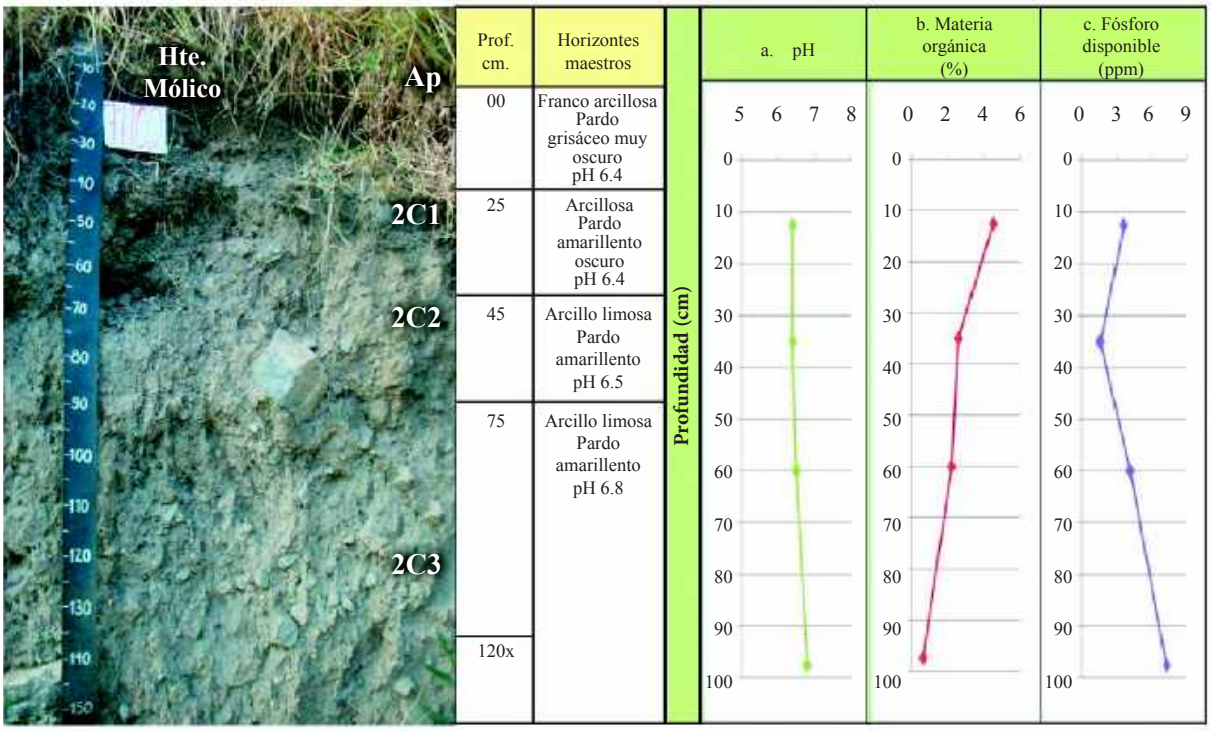


Figura 4.98. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal 071102; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071102

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071102:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Complejo Palopó
Símbolo		MQH
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Entic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Catarina Palopó
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 0431417
		Latitud (Y): 1628303

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2445
	Línea de vuelo No.	448
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,638 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,122 mm.
	Temperatura promedio anual	17.8 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	21 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Rápido
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra y pedregón
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20 %.
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**	Pastos naturales
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de material compactado, pedregosidad superficial, erosión moderada, pendientes ligeramente escarpadas
Cobertura natural		Matorrales
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		18-08-2010

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 franca; poca gravilla (5%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
25 – 45 cm. 2C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; muchas 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 6.4, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
45 – 75 cm. 2C2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR3/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; poca gravilla (10%), poca piedra (15%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy 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, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
75 – 120x cm. 2C3	Color en húmedo pardo amarillento (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; poca gravilla (5%), poca piedra (5%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; poros no visibles; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni 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 071102:

Cuadro 4.112. Resultados de los análisis físicos del perfil 071102

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	1.12	1.15	51.59	33.88				10.77	0.90	1.71	2.61
25-45	1.28	1.23	44.09	30.41				11.66	2.86	6.36	9.22
45-75	1.23	1.75	42.62	27.35				11.89	10.65	19.07	29.71

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	23.11			
25-45	18.75			
45-75	15.46			

Cuadro 4.113. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071102

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	42.92	45.13	11.95	F	FAr	5	6.4	2.38	4.52				3.65	8.11	Alta
25-45	44.56	45.50	9.94	F	Ar	5	6.4	1.36	2.58				1.61		
45-75	44.48	43.45	12.07	F	ArL	25	6.5	1.18	2.24				4.18		
75-120	50.37	40.60	9.03	F	ArL	10	6.8	0.34	0.65				7.29		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	23.35	17.25	6.10	17.25	11.39	4.61	1.13	0.13		48.76	19.73	4.82	0.56	
25-45	23.35	16.31	7.05	16.31	10.35	4.71	1.08	0.17		44.31	20.15	4.63	0.74	
45-75	19.37	14.70	4.67	14.70	9.57	3.88	1.04	0.20		49.42	20.05	5.39	1.05	
75-120	17.66	13.41	4.25	13.41	8.15	4.41	0.56	0.29		46.17	24.97	3.14	1.65	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	73.86	0.60	1.45	14.45	61.20	12.90				
25-45	69.83	1.70	0.40	29.45	39.90	15.00				
45-75	75.90	1.60	0.20	19.30	19.15	16.00				
75-120	75.94	1.10	0.20	20.10	20.25					

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 química.

- ***Suelo Lithic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 071202***

En la Figura 4.99, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

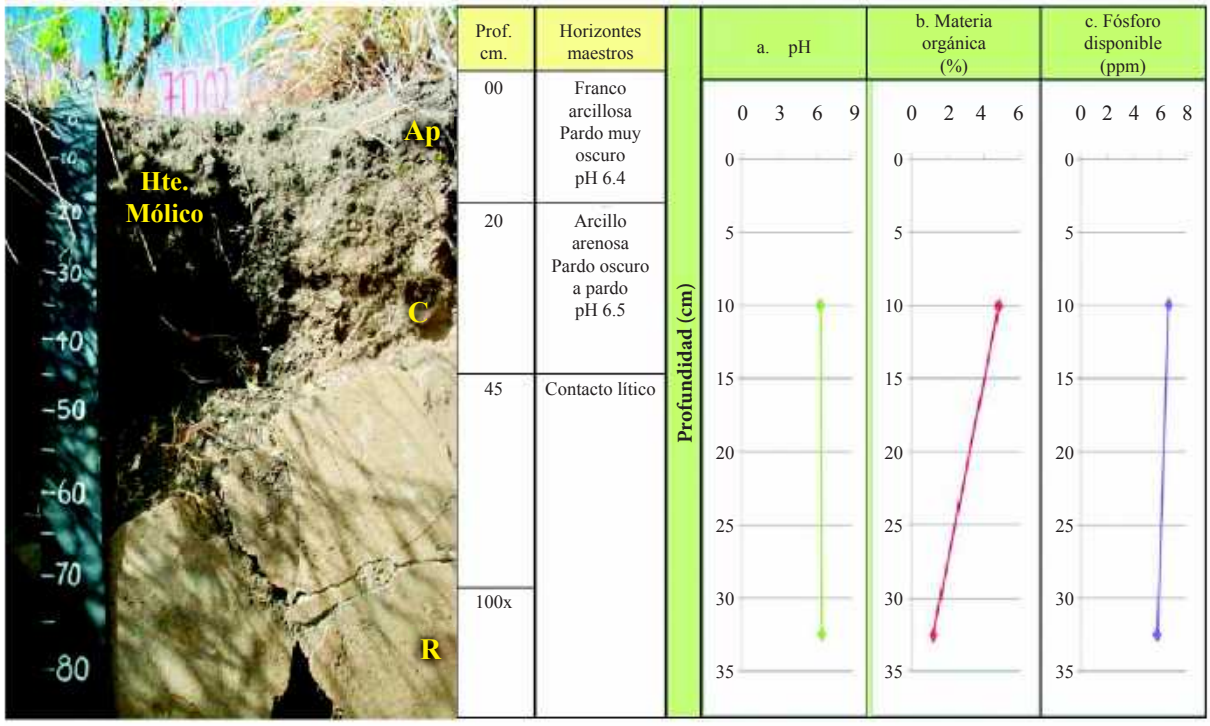


Figura 4.99. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil 071202 del Complejo Palopó; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2011)

A). Descripción del perfil modal No. 071202

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071202:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Complejo Palopó
Símbolo		MQH
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Lithic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Antonio Palopó
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 0433261
		Latitud (Y): 1625388
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2210
	Línea de vuelo No.	449
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,584 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,074 mm.
	Temperatura promedio anual	16.5 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	21.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Rápido
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	25 %.

Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	40 cm.
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Protección y conservación
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de contacto lítico, erosión moderada
Cobertura natural		Matorrales
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		16-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (15%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias y finas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
20 – 45 cm. C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente grava (25%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, ni al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.
45 – 100x R	Material coherente.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071202:

Cuadro 4.114. Resultados de los análisis físicos del perfil 071202

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	1.04	1.08	49.43	24.59				7.87	1.86	1.84	3.70
20-45		1.15	23.46	21.97				8.98	0.00	0.00	0

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	16.72			
20-45	12.99			

Cuadro 4.115. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071202

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	48.32	44.73	6.96	FA	FAr	15	6.40	2.56	4.86				6.65	8.13	Alta
20-45	54.16	40.91	4.93	FA	ArA	25	6.50	0.64	1.22				5.79		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	25.06	18.63	6.43	18.63	13.40	4.03	1.13	0.07		53.48	16.08	4.49	0.29	
20-45	22.79	16.41	6.37	16.41	11.21	4.39	0.66	0.16		49.19	19.28	2.88	0.68	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico %
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	74.34	0.45	1.40	10.00	62.10	14.80				
20-45	72.03	1.65	0.30	26.55	53.85	82.10				

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 química.

La unidad cartográfica la complementa una inclusión, las cual se describe someramente a continuación:

Inclusión Entic Haplustolls, familia arcillosa sobre arenosa, superactiva, isotérmica (PI 071101) suelos que se caracterizan por ser moderadamente profundos, drenaje natural moderado, de texturas finas sobre gruesas, con saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, reacción del suelo ligeramente ácido a neutra, fertilidad alta, reacción ligera al NaF, con pendientes ligeramente inclinadas y erosión moderada. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Perfil modal 071102

De acuerdo con la Figura 4.98, los suelos presentan un perfil de evolución baja, del tipo A – C. El horizonte A, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C se subdivide en 2C1, 2C2 y 2C3, el C1 es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillosa, sin estructura (masivo) consistencia friable. El horizonte C2, de color pardo amarillento, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia friable. El horizonte C3, de color pardo amarillento, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Según el Cuadro 4.112 la porosidad total es baja, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en los siguientes.

Según el Cuadro 4.113 y la Figura 4.98, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta en los primeros dos horizontes, media en los siguientes y la saturación de bases es alta, el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y bajo profundidad.

Respecto a los cationes, El Calcio, Magnesio y Potasio se encuentran en valores altos. El contenido de Fósforo disponible es bajo y su retención por el suelo se estima como baja.

Respecto a los niveles de elementos menores, el Cobre y Zinc presentan valores bajos, el Manganeso niveles altos y el hierro contenidos de medios a altos. Según los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad es alta.

Perfil modal 071202

De acuerdo con la Figura 4.99, los suelos presentan un perfil evolución baja, del tipo A – C – R. El horizonte A, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte C, de color pardo oscuro a pardo, textura arcillo arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia friable. El horizonte R es un material coherente.

Como se observa en el Cuadro 4.114 la porosidad total es baja, sin dominancia de la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.115 y la Figura 4.99, la reacción es ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases esa alta y el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio, Magnesio y Potasio se encuentra en altas cantidades. El contenido de Fósforo disponible es bajo y su retención en el suelo se estima como baja en el primero y media en el siguiente.

Respecto a elementos menores, el Cobre y Zinc presentan niveles bajos; el Hierro presenta valores medios y altos, el Manganeso cantidades altas. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Las características principales y las recomendaciones de uso y manejo se dan con base al suelo dominante en el complejo: Entic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (PM 071102).

Suelos minerales de baja evolución genética, originados de materiales depositados por gravedad provenientes de áreas con mayores pendientes. Presentan contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial. Son suelos moderadamente superficiales a superficiales, de textura fina, con capacidad de intercambio de cationes alta a media y saturación de bases alta y reacción del suelo de ligeramente ácida a neutra. Presentan déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C, que corresponden a un régimen isotérmico.

Estos suelos poseen limitaciones por las pendientes que van de moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera a moderada, pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que posee pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y erosión moderada; pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión ligera; son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas de diferentes ciclos de producción.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera a moderada, presentan vocación agroforestal, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y/o sistemas silvopastoriles.

En los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas; debido a la pedregosidad superficial y al riesgo de erosión es necesario realizar una labranza mínima para evitar perturbar el suelo y dejarlo cubierto con materiales vegetales para evitar tanto la escorrentía hídrica como la erosión eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual deben realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. También se recomienda establecer acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc.

Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas y finas, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 MQHc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-3; la fase MQHd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-3; son de vocación agrícola.

Las fases MQHe1 y MQHe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-2; la fase MQHep2 pertenece a la clase VI, subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-1, 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.

4.3.1.45 Consociación San Gabriel (orden Andisol): Dystric Haplustands, familia medial sobre arenosa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071205. Símbolo MQI

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones del caserío San Gabriel del municipio de San Antonio Palopó; la consociación tiene una extensión de 67 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo “templado subhúmedo” (Código Q), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7

ºC y un rango de precipitaciones de 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 18.4 °C, precipitación anual media de 1,005 mm y una altitud media de 1,853 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 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 4.100 se observa que el tipo de cobertura vegetal y uso de la tierra predominante es agroforestal.



Figura 4.100. Parte de un glacís en el paisaje de montaña volcano-erosional; se observa el cultivo del café bajo sombra en el municipio de San Antonio Palopó (Foto: M. Tum, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, en terrenos con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional en relieve de glacís.

La Consociación está compuesta por el suelo Dystric Haplustands, familia medial sobre arenosa, isotérmica (PM 071205) en un 90% y El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación San Gabriel, presenta la siguiente fase:

- **MQIb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (67 ha).

En la Figura 4.101 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

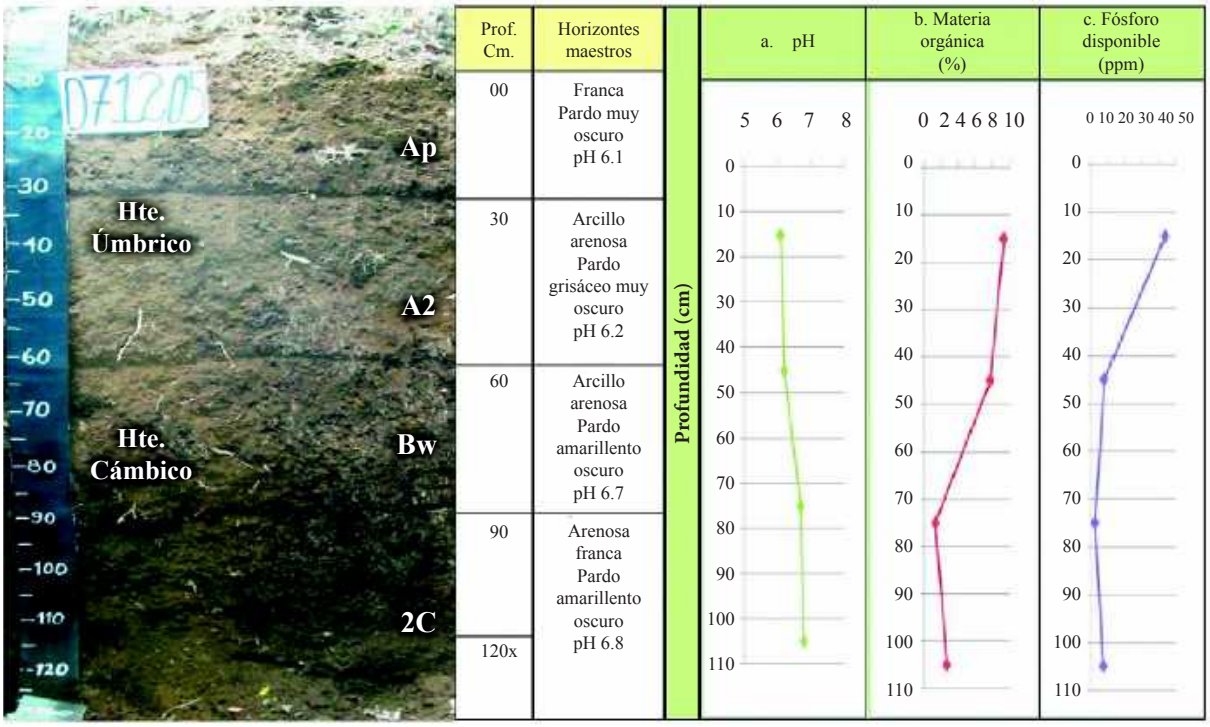


Figura 4.101. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 071205 de la Consociación San Gabriel; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2011).

A). Descripción del perfil modal No. 071205

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071205:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación San Gabriel
Símbolo		MQI
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia medial sobre arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Antonio Palopó
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	San Gabriel
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 0432753
		Latitud (Y): 1618423
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2409
	Línea de vuelo No.	451
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado

Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,838 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,000 mm.
	Temperatura promedio anual	18.6 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.20 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5% del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agroforestería
	Nombre de los cultivos	Café, tomate, chile
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente moderadamente inclinada
Cobertura natural		Ilamo, encino
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		24-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
30 – 60 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y 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 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
60 – 90 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; 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 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 6.7, reacción neutra; límite gradual y plano.
90 – 120x cm. 2C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, tubulares, 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 6.8, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071205:

Cuadro 4.116. Resultados de los análisis físicos del perfil 071205

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	0.80	1.28	104.2	37.96				16.24	23.83	13.67	37.50
30-60	0.88	1.24	56.98	30.83				14.74	13.32	15.71	29.03

Profundidad	Humedad aprovechable
cm	%
0-30	21.72
30-60	16.09

Cuadro 4.117. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071205

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.
0-30	48.83	45.45	5.72	FA	F		6.1	4.89	9.29				43.41	8.60	Muy Alta
30-60	59.52	38.97	1.51	FA	ArA		6.2	4.07	7.73				7.71		
60-90	65.12	34.14	0.74	FA	ArA		6.7	0.71	1.35				2.54		
90-120	65.52	33.74	0.73	FA	AF	3	6.8	1.42	2.70				7.23		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	16.50	7.64	8.86	7.59	5.15	0.98	1.21	0.24	0.05	31.22	5.96	7.34	1.45	0.65
30-60	18.50	6.25	12.25	6.22	4.10	0.83	1.07	0.21	0.03	22.18	4.51	5.78	1.16	0.48
60-90	16.50	3.02	13.48	2.99	0.72	1.74	0.36	0.17	0.03	4.34	10.57	2.16	1.05	0.99
90-120	20.50	3.91	16.59	3.88	1.78	0.82	1.08	0.20	0.03	8.69	4.01	5.26	0.98	0.77

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	45.97	1.03	0.20	33.32	1.70	86.40	1.60	1.40		1.57
30-60	33.63	1.39	0.20	23.42	1.17	83.20	1.80	1.30		1.72
60-90	18.12	2.02	5.06	24.47	1.10					
90-120	18.95	0.84	0.20	41.20	2.01					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.101, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. En el horizonte A se destaca su espesor, se subdivide en Ap y A2, de color pardo muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, texturas franca y arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo friable. El horizonte Bw, es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable y por último tiene un horizonte 2C de color pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, poca gravilla, sin estructura (masivo), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.116, la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en el segundo, la macroporosidad domina sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en el segundo.

Según el Cuadro 4.117 y la Figura 4.101, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases es media en el primer horizonte y baja en los subsiguientes; el contenido de materia orgánica es alto en el primero y segundo horizonte y bajo en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Potasio se encuentra en cantidades altas, el Calcio se evalúa como medio en los primeros horizontes y bajo en profundidad; el Magnesio se presenta en contenidos bajos. El contenido de Fósforo disponible es alto en el primer horizonte y bajo en los restantes y su retención por el suelo se estima de alta a media.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre, Zinc y Manganeso se encuentra en cantidades bajas. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, químicamente, la fertilidad de los suelos es muy alta.

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

Suelos minerales de baja evolución genética, originados de materiales volcánicos depositados por gravedad, provenientes de áreas con mayores pendientes. Presentan de alta a moderada adsorción de

fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo; con contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte. Suelos profundos, de texturas finas sobre gruesas, capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases de media a baja y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año. Los suelos presentan temperaturas edáficas (entre 15.0-22.0°C) las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con sus pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y erosión ligera, presentan vocación agrícola, por lo que son aptos para cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes de diferentes ciclos de producción.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas; realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores de altos a moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas, debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados en el tiempo, 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 MQIb1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-2, tienen 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.

4.3.1.46 Grupo Indiferenciado Mirador Agua Escondida (orden Entisol e Inceptisol): Typic Ustorthents, familia esquelética-arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 071201 y Lithic Humustepts, familia fina, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071002. Símbolo MQJ

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del caserío Sacutiú, labor La Pedrera del municipio de San Andrés Semetabaj; caserío Tzanpetey, finca Tzanpetey del municipio de San Antonio Palopó; paraje Mirador del municipio de Santa Catarina Palopó; Finca Natividad en el municipio de Panajachel; finca Santa Alicia en el municipio de San Lucas Tolimán y la aldea San Jorge La Laguna del municipio de Sololá. Abarca una extensión de 1,434 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 y 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 17.1 °C, precipitación anual media de 1,121 mm y una altitud media de 1,756 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*). En la Figura 4.102, se observa que la cobertura vegetal predominante es el bosque latifoliado.

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 en relieve de escarpe.



Figura 4.102. Escarpe en paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observa la vegetación natural presente en el área y pocas áreas con cultivos (Foto: C. García, 2010)

La unidad cartográfica está representada por los suelos: Typic Ustorthents, familia esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica (PM 071201) con un 30%; Lithic Humustepts, familia fina, superactiva, isotérmica (PM 071002) con un 30%; Andic Haplustolls, familia medial sobre esquelética - arcillosa, isotérmica (PI 071209) con un 20%; Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 071203) en un 10% y afloramientos rocosos en un 10% del área.

El grupo indiferenciado Mirador Agua Escondida, presenta las siguientes fases:

- **MQJgpr2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada (1,099 ha).
- **MQJgpr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (335ha).

- ***Suelo Typic Ustorthents, familia esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica, perfil modal 071201***

En la Figura 4.103, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

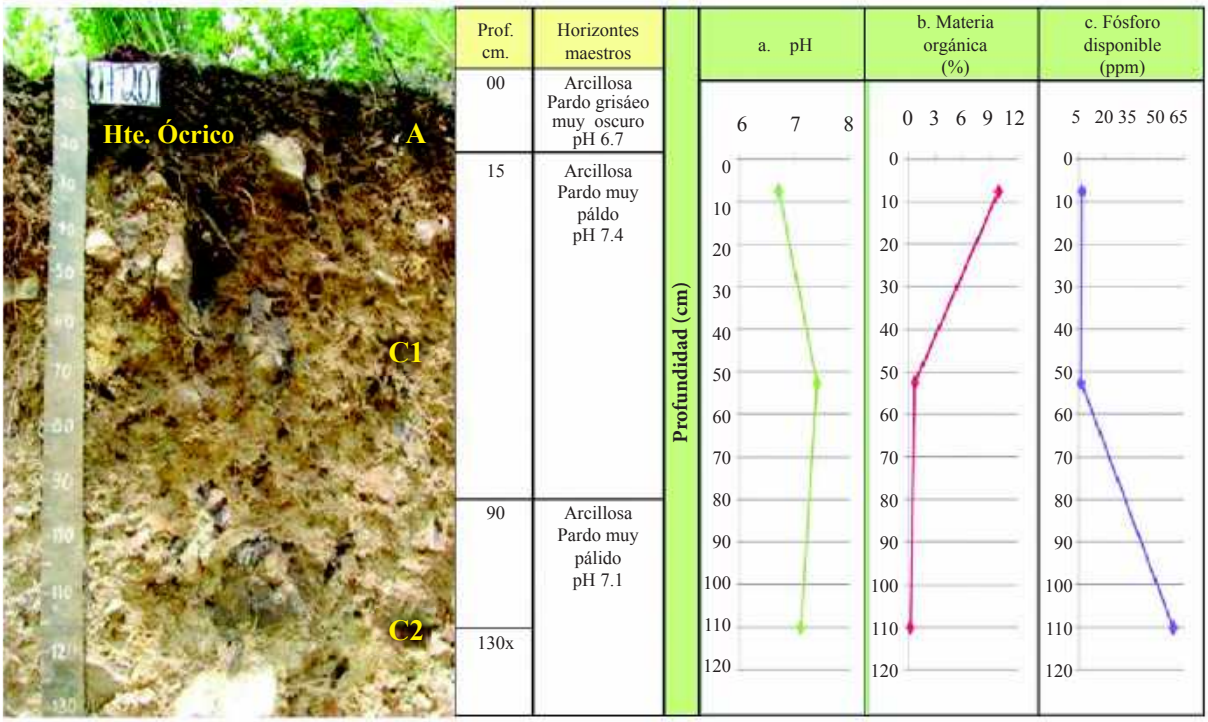


Figura 4.103. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil 071201; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071201

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071201:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Mirador Agua Escondida
Símbolo		MQJ
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Ustorthents, familia esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Antonio Palopó
	Aldea	Agua Escondida
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino de Agua Escondida a San Antonio Palopó
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 433738
		Latitud (Y): 1622358

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2443
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,691 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,000 mm.
	Temperatura promedio anual	17.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	5 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	15 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%, Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol, güicoy
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, material compactado, pendiente moderadamente escarpada, presencia de fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Guachipilín, roble
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		18-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm. A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (25%) y poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en gránulos, medios y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro e irregular.
15 – 90 cm. C1	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (30%) y frecuente piedra (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.4, reacción ligeramente alcalina; límite claro e irregular.
90 – 130x cm. C2	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (30%) y abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera 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 071201:

Cuadro 4.118. Resultados de los análisis físicos del perfil 071201

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	1.08	1.11	61.21	29.69				12.58	1.39	1.31	2.70
15-90	0.79	1.02	45.96	17.99				10.12	13.72	8.83	22.55

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-15	17.11			
15-90	7.87			

Cuadro 4.119. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071201

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	47.26	43.53	9.21	F	Ar	35	6.7	5.24	9.96				6.75		
15-90	49.35	43.55	7.10	F	Ar	60	7.4	0.37	0.69				6.16	7.84	Alta
90-130	51.88	41.08	7.04	F	Ar	70	7.1	0.10	0.18				58.77		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-15	34.18	36.98		36.98	29.04	6.91	0.82	0.21		84.97	20.22	2.40	0.62	
15-90	25.63	21.44	4.19	21.44	20.00	0.99	0.23	0.23		78.01	3.85	0.88	0.91	
90-130	22.79	28.20		28.20	19.94	7.49	0.57	0.20		87.51	32.85	2.49	0.89	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-15	SAT	N.D.	1.85	4.70	79.00	17.70	0.19	0.47	0.12	
15-90	83.65	1.00	N.D.	25.00	60.50	19.80	0.13	0.14		
90-130	SAT	0.30	0.35	40.45	43.60					

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 química.

- ***Suelo Lithic Humustepts, familia fina, superactiva, isotérmica, perfil modal 071002***

En la Figura 4.104, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura y color. Posteriormente se presenta el paisaje en donde se tomo el perfil modal y la descripción completa del suelo en mención.

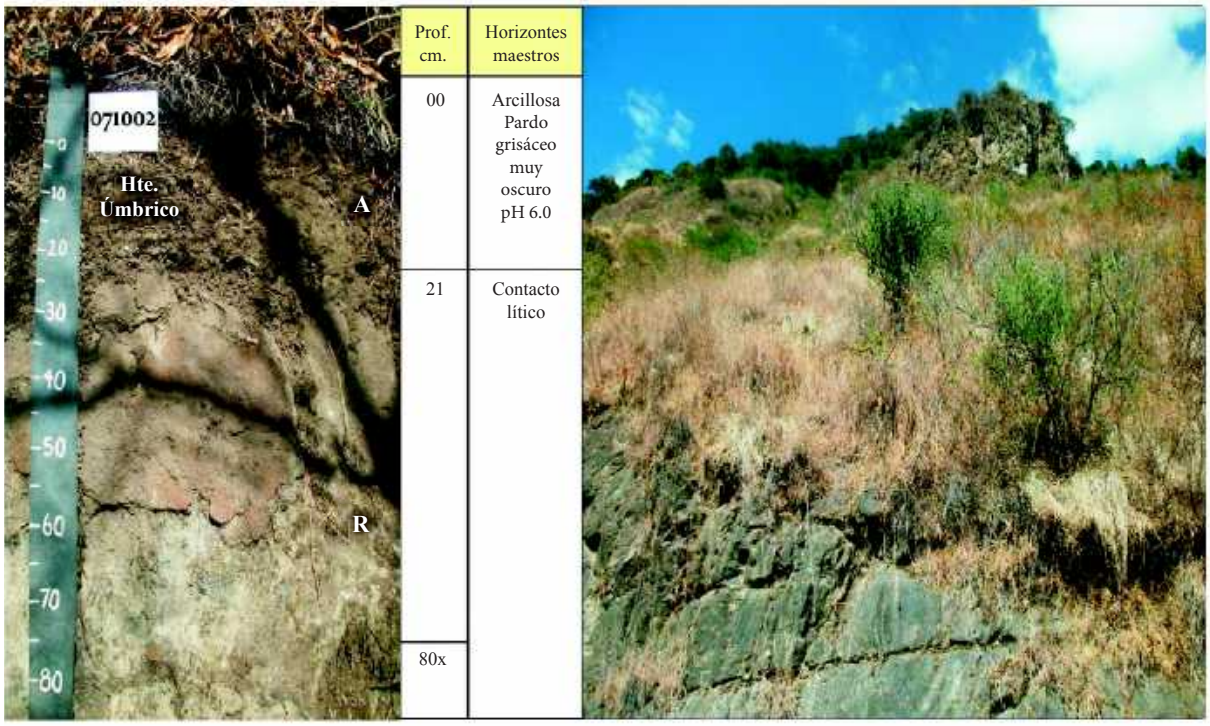


Figura 4.104. En la fotografía de la izquierda se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil 071002; en la fotografía de la derecha se aprecia parte del paisaje donde se tomó este perfil modal, como parte del grupo indiferenciado Mirador Agua Escondida (Foto: C. García, 2010)

C). Descripción del perfil modal 071002

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071002

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Grupo Indiferenciado Mirador Agua Escondida
Símbolo	MQJ

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Lithic Humustepts, familia fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Panajachel
	Aldea	A 5 km. de Jucanyá a Santa Catarina Palopó
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 430306
		Latitud (Y): 1629297
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2303
	Línea de vuelo No.	447
	Bloque No.	02
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano - erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,580 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,130 mm.
	Temperatura promedio anual	18.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Ligera
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	21 cm.
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Protección y conservación
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, contacto lítico, erosión moderada
Vegetación natural		Cushín, capulín
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		27-01-2011

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 21 cm. A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio arcillosa; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y moderada al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; limite abrupto y ondulado.
21 – 80x cm. R	Material sólido y coherente.

D). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071002:

Cuadro 4.120. Resultados de los análisis físicos del perfil 071002

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	1.24	1.38	63.16	21.33	12.13			12.13	6.72	3.43	10.14

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-21	9.20			

Cuadro 4.121. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071002

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.
0-21	5.55	44.11	50.33	Ar	Ar		6.0	3.44	6.54				6.01	8.12	Alta

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-21	29.00	12.32	16.68	12.28	9.36	2.18	0.59	0.16	0.03	32.28	7.51	2.03	0.54	0.24

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0-21	42.35	2.64	0.38	56.50	14.50

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 química.

Este grupo indiferenciado consta de dos inclusiones, a las cuales se le describen sus características principales a continuación:

Suelo Andic Haplustolls, familia medial sobre esquelética - arcillosa, isotérmica (PI 071209), suelos caracterizados por ser moderadamente profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente finas sobre finas, con saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes de media a alta, reacción del suelo ligeramente ácida a neutra, reacción ligera al NaF, fertilidad alta, con pendientes fuertemente escarpadas, erosión moderada.

Suelo Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 071203); suelos que se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje natural moderado, de texturas medias, con saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, reacción del suelo de ligeramente ácida a neutra, reacción ligera al NaF, fertilidad muy alta, con pendientes moderadamente escarpadas, presencia de mediana pedregosidad superficial, erosión moderada.

E). Interpretación de la morfología y de los resultados de laboratorio

Perfil modal 071201

En la Figura 4.103 los suelos presentan un perfil A-C de evolución baja. El horizonte A presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa, estructura en gránulos y consistencia friable. El horizonte C se subdivide en C1 y C2, presenta color pardo muy pálido, textura arcillosa, sin estructura (masivo) y consistencia firme.

El Cuadro 4.118 muestra que la porosidad total es baja; en ella domina la macroporosidad. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja en profundidad.

Según el Cuadro 4.119 y la Figura 4.103 la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente alcalina. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos, el Potasio presenta valores altos en el primer y tercer horizonte y medios en el segundo, el Magnesio presenta valore altos en el primer y tercer horizonte y bajos el segundo. El Fósforo disponible presenta valores bajos hasta los 90 centímetros y altos en profundidad. La retención de fósforo se estima como baja.



Respecto a elementos menores el Manganeso presenta valores altos, el Hierro presenta valores bajos en el primer horizonte y altos en profundidad, el Cobre y el Zinc presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Perfil modal 071002

En la Figura 4.104 se observa un perfil A-R de evolución baja. El horizonte A presenta color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte R está formado por rocas ígneas extrusivas (tobas).

En el Cuadro 4.120 se observa que la porosidad total es baja; en ella domina la macroporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.121 la reacción del suelo es moderadamente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es media; el contenido de materia orgánica es alto.

Respecto a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan valores altos, el Magnesio presenta valores medios. El contenido de Fósforo disponible es bajo.

Con referencia los elementos menores, el Hierro y Manganeso presentan valores altos, el Zinc presenta valores bajos y el Cobre presenta valores medios.

F). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo

Las características principales y las recomendaciones generales para uso y manejo son tomadas del perfil con mayor presencia en la unidad cartográfica que es el suelo Typic Ustorthents, familia esquelética - arcillosa, superactiva, no ácida, isotérmica (PM 071201).

Suelos minerales de baja evolución genética, de origen volcánico, derivados de depósitos piroclásticos consolidados, con contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte y bajo en profundidad. Suelos muy superficiales de texturas finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases media y reacción del suelo de neutra a ligeramente alcalina. Presentan deficientes precipitaciones en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las limitantes para el uso y manejo de los suelos se relacionan con: pendientes fuertemente escarpadas, erosión moderada a severa, pedregosidad superficial, afloramientos rocosos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Los suelos que poseen pendientes fuertemente escarpadas (>75%), pedregosidad superficial, afloramientos rocosos y erosión moderada a severa, son de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Es necesario conservar el bosque existente; debe propiciarse la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

G). 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 MQJgpr2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1; la fase MQJgpr3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2; son tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de 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.

4.3.1.47 Consociación El Jaibal (orden Molisol): Entic Haplustolls, familia esquelética- arenosa, mezclada, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070108. Símbolo MQK

La Consociación El Jaibal se encuentra localizada en inmediaciones del caserío Jucanyá, finca Natividad, lotificación San Buenaventura, barrio norte Cuncayá, la cabecera municipal del municipio de Panajachel; a inmediaciones de la cabecera municipal del municipio de San Marcos La Laguna; la cabecera municipal de San Pablo La Laguna; la aldea Tzununá, el caserío Jaibalito del municipio de Santa Cruz La Laguna; finca El Jaibal, municipio de Sololá; cabecera del municipio de San Juan La Laguna. Abarca una extensión de 726 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 y 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 17.6 °C, precipitación anual media de 1,137 mm y una altitud media de 1,595 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.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales (origen sedimentario), en pendientes de ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de vallecito.



Figura 4.105. Parte terminal del vallecito en paisaje de montaña volcano-erosional (Foto: W. González, 2010).

La unidad cartográfica está representada por el suelo Entic Haplustolls, familia esquelética - arenosa, mezclada, superactiva, isotérmica (PM 070108) en un 80% y el suelo Typic Ustifluvents, familia arenosa sobre francosa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil 071705) en un 20% del total del área.

La inclusión de la consociación corresponde al suelo Typic Ustifluvents, familia arenosa sobre francosa, superactiva, no ácida, isotérmica (perfil 071705), estos suelos son profundos, bien drenados, con texturas moderadamente gruesas, con saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media, erosión ligera, fertilidad media, son poco productivos, tienen déficit de agua durante un semestre del año, su uso actual es agrícola. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación El Jaibal, presenta las siguientes fases:

- **MQKb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3–7%), erosión ligera (242 ha).
- **MQKbp1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3–7%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (71 ha).
- **MQKc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7–12%), erosión ligera (206 ha).
- **MQKcp1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7–12%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (207 ha).

En la Figura 4.106, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

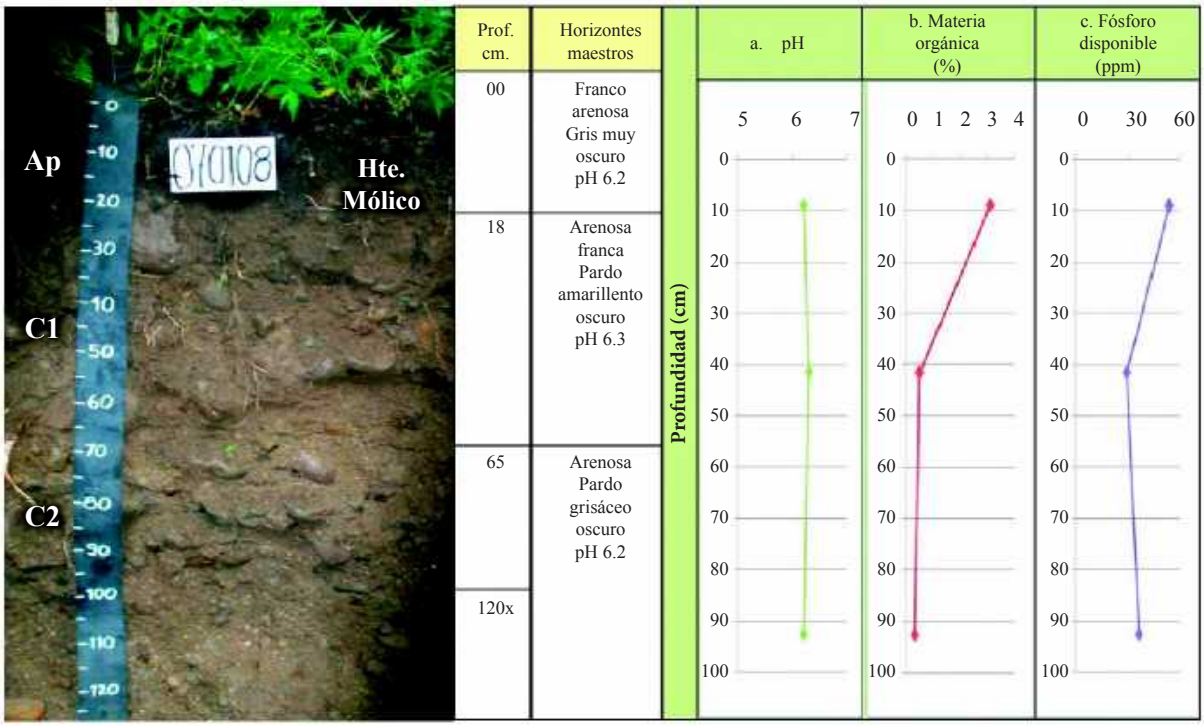


Figura 4.106. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el perfil modal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070108

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070108:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Jaibal
Símbolo		MQK
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Entic Haplustolls, familia esquelética - arenosa, mezclada, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	Finca el Jaibal
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 426887
		Latitud (Y): 1630989
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2300
	Línea de vuelo No.	447
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Plano aluvio-coluvial
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales
Altitud		1,582 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,163 mm.
	Temperatura promedio anual	17.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	40 %.

Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	20 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café, maíz
	Limitante del uso	Fragmentos de roca en el perfil, abundante pedregosidad superficial, baja retención de humedad, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		William Hernán González Martínez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		20-08-2010

Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 18 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; 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 normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
18 – 65 cm. C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; piedra abundante (60%), subredondeada y redondeada, mediana alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelo, mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, continuos; pocas 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
65 – 120x cm. C2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (2.5Y4/2); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa franca; piedra extremadamente abundante (70%), subredondeada y redondeada, mediana alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; sin estructura (grano suelto); consistencia en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, continuos; pocas 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 6.2, reacción ligeramente ácida.

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

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070108:

Cuadro 4.122. Resultados de los análisis físicos del perfil 070108

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	1.12	1.68	73.81	20.51				11.48	24.07	9.26	33.33
18-65		1.23	42.74	7.78				6.02			

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-18	9.03			
18-65	1.76			

Cuadro 4.123. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070108

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.
0-18	63.59	36.24	0.16	FA	FA	10	6.2	1.64	3.12				53.68		
18-65	65.96	31.84	2.20	FA	AF	60	6.3	0.26	0.49				29.33	8.27	Alta
65-120	70.16	29.68	0.16	AF	A	70	6.2	0.17	0.32				36.28		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-18	23.35	20.91	2.45	20.91	16.72	3.54	0.51	0.14		71.60	15.15	2.19	0.58	
18-65	14.24	11.27	2.97	11.27	8.48	1.97	0.77	0.04		59.58	13.86	5.39	0.30	
65-120	10.82	21.82		21.82	6.44	14.64	0.66	0.08		59.49	135.30	6.14	0.70	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-18	89.52	0.80	6.75	37.90	82.40	19.50				
18-65	79.13	1.90	1.40	113.70	25.10	17.40				
65-120	SAT	1.35	0.90	85.20	19.25					

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 química.

Cuadro 4.124. Resultados del análisis mineralógico del perfil 070108

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	18-65	65-120
Cristobalita	Tr	Tr
Caolinita	-	-
Feldespatos	Tr	+
Intergrados 2:1 - 2:2	-	-
Material no cristalino	++	++
Metahaloisita	Tr	Tr
Esmectitas	+++	+++
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	18-65	**65-120**
Anfiboles	4	tr
Biotita	tr	tr
Circón	tr	tr
Cuarzo	10	12
Feldespatos plagioclasas	10	9
Opacos	12	8
Piroxenos	2	2
Productos de alteración	51	63
Vidrio volcánico	10	5

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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

Según la Figura 4.106 los suelos presentan un perfil A-C de evolución baja. El horizonte Ap presenta un color gris muy oscuro, textura franca arenosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El Horizonte C se subdivide en C1 y C2, el horizonte C1 presenta color pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, sin estructura (grano suelto) y consistencia suelta. El C2 presenta color pardo grisáceo oscuro, textura arenosa, sin estructura (grano suelto) y consistencia suelta.

En el Cuadro 4.122 se observa que la porosidad total es media; en ella domina la macroporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.123 y la Figura 4.106 la reacción del suelo es ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte y media en profundidad y la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y desciende en profundidad (Figura 4.106).

Con referencia a los cationes, El Calcio, Magnesio y Potasio presentan valores altos. El Fósforo disponible presenta valores altos y la retención de fósforo por el suelo, se estima como baja.

Respecto a los microelementos, el Hierro y Manganeso presentan altos valores, el Zinc presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en profundidad y el Cobre presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

De la mineralogía de este suelo (ver Cuadro 4.124) se puede concluir: que en la composición mineralógica de las arenas predominan los productos de alteración, con presencia de cuarzo, opacos, plagioclasas y vidrio volcánico. Los piroxenos y anfíboles están en porcentajes relativamente bajos (2-4%). En la fracción arcillosa dominan las esmectitas (arcillas de relación 2:1), el material no cristalino (amorfo) se encuentra solamente en rangos comunes (15-30%).

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

Suelos minerales de baja evolución genética, originados de depósitos aluvio-coluviales, con contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial. Suelos muy superficiales de texturas gruesas, capacidad de intercambio de cationes alta a media, saturación de bases alta y reacción del suelo ligeramente ácida. Tienen déficit de humedad en un semestre del año. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15 y 22 °C las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes son: suelos muy superficiales, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, erosión ligera, abundante pedregosidad superficial en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos, que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil y erosión ligera; pendientes moderadamente

inclinadas (7-12%), abundante pedregosidad superficial y erosión ligera, presentan vocación agroforestal, por lo que son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

En estos suelos de vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, la intensidad de las mismas debe corresponder al aumento de pendiente entre las fases; las prácticas recomendadas son siembras al contorno siguiendo curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. Estos suelos no se pueden mecanizar por los fragmentos de roca en el perfil y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Debido al escaso porcentaje de materia orgánica que poseen es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química el suelo necesita la aplicación de Nitrógeno; respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas gruesas deben aplicarse láminas con volúmenes bajos y aplicaciones constantes.

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 MQKb1, MQKbp1, MQKc1 y MQKcp1 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-2, 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.

4.3.1.48 Consociación Bahía de Santiago (orden Inceptisol): Typic Endoaquepts, familia fina, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071901. Símbolo MQL

La Consociación Bahía de Santiago se encuentra localizada en inmediaciones la Finca La Providencia, ensenada Teachuc, punta Tzanjayam y Tzanxonté del municipio de Santiago Atitlán; abarca una extensión de 41 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 y 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 19.0 °C, precipitación anual media de 1,154 mm y una altitud media de 1,548 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*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*). En la Figura 4.107 se observa áreas anegadas con especies de tul y pequeñas áreas con agricultura.



Figura 4.107. Reborde del lago en paisaje de montaña volcano-erosional, se observa zonas anegadas con especies de tul (juncos) y matorrales, municipio de Santiago Atitlán (Foto: C. García, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluviales, en pendientes ligeramente planas (0-3%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve reborde del lago.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Typic Endoaquepts, familia fina, superactiva, isotérmica (PM 071901), en un 90% del área, el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Bahía de Santiago, presenta la siguiente fase:

- **MQLaz:** fase por pendientes ligeramente planas (0-3%), inundación y encharcamiento (41 ha).

En la Figura 4.108, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

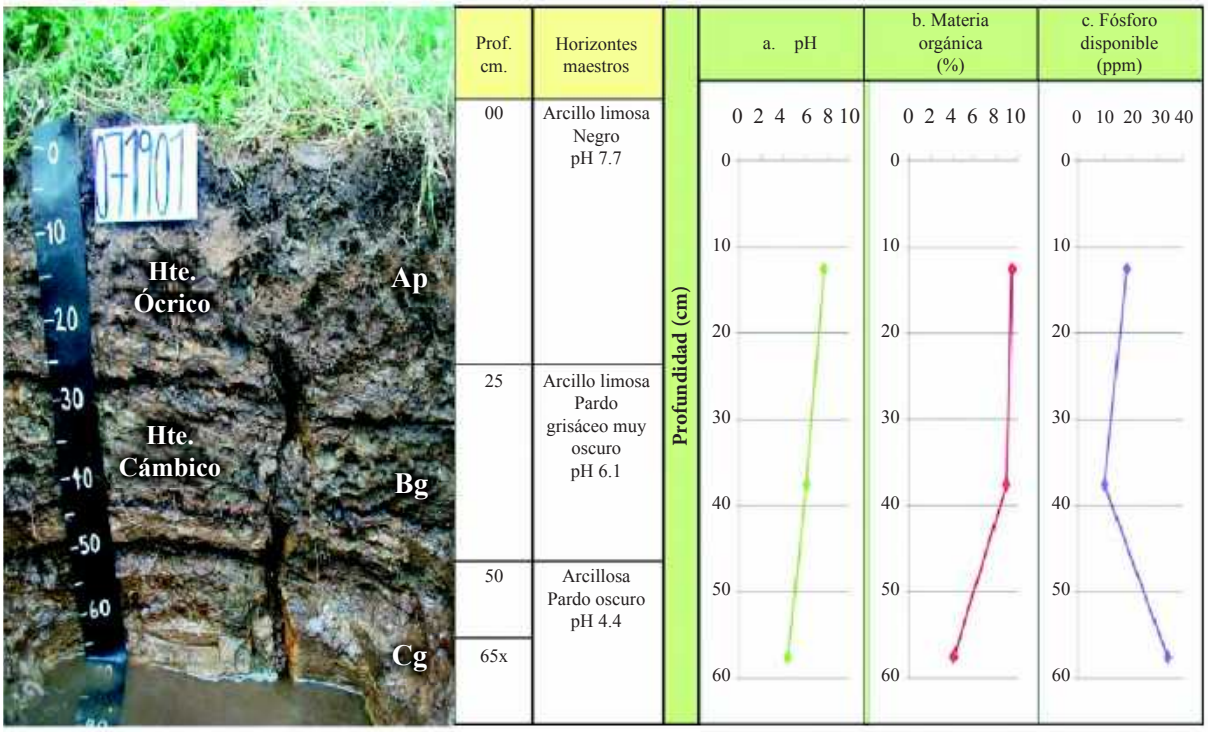


Figura 4.108. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el perfil modal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071901

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071901:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Bahía de Santiago
Símbolo		MQL
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Endoaquepts, familia fina, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santiago Atitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Bahía de Santiago
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 419084
		Latitud (Y): 1615787
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4622
	Línea de vuelo No.	452
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Reborde del lago
	Forma del terreno	Plano de inundación

Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluviales
Altitud		1,523 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente planas
	Rango	0 – 3 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,439 mm.
	Temperatura promedio anual	18.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con exceso en el siguiente
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ácuico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Lento a medio
	Natural	Pobremente drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligera
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	25 cm.
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	Frecuente
	Duración	Muy larga
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	25 cm.
	Limitante	Nivel freático
Uso	**Actual**	Áreas inundables y agricultura
	Nombre de los cultivos	Café, maíz
	Limitante del uso	Nivel freático superficial y suelos muy superficiales
Cobertura natural		Palo de agua, tul o junca
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		13-09-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. Ap	Color en húmedo negro (GLEY1-6/5GY), moteados pardo muy pálido (10YR7/4), frecuentes (20%); textura de campo arcillo limosa y laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.7, reacción ligeramente alcalina; límite claro y ondulado.
25 – 50 cm. Bg	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (GLEY1-5/10Y), moteados pardo amarillento oscuro (10YR4/6), frecuentes (10%); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
50 – 65x cm. Cg	Color en húmedo pardo oscuro (GLEY1-3/10Y), moteados pardo amarillento oscuro (10YR4/4), frecuentes (10%); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; sin estructura (masivo); consistencia en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 4.4, reacción extremadamente ácida.

Observaciones: Presenta gleización desde el segundo horizonte.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071901:

Cuadro 4.125. Resultados de los análisis físicos del perfil 071901

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	0.52	1.29	177.2	33.19				10.06	48.51	11.18	59.69
25-50	0.46	1.16	239.3	37.46				15.58	50.90	9.45	60.34

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	23.13			
25-50	21.88			

Cuadro 4.126. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071901

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	56.31	39.99	3.70	FA	ArL		7.7	5.01	9.51				18.53	7.53	Alta
25-50	25.02	54.35	20.64	FL	ArL		6.1	4.74	9.00				9.89		
50-65	26.62	50.46	22.92	FL	Ar		4.4	2.17	4.12				34.09		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	58.00	8.75	49.25	8.68	7.16	0.58	0.72	0.23	0.07	12.34	1.00	1.24	0.39	0.80
25-50	53.00	2.97	50.03	2.90	1.64	0.87	0.15	0.25	0.07	3.10	1.64	0.27	0.46	2.4
50-65	22.00	3.56	18.44	1.97	1.42	0.25	0.08	0.22	1.59	6.44	1.16	0.38	0.99	44.6

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	14.97	0.83	0.20	72.14	1.00	60.00				
25-50	5.47	0.62	0.20	226.50	1.00	39.40				
50-65	8.97	4.80	0.20	290.99	1.00					

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 química.

C). Interpretación de los resultados de laboratorio

En la Figura 4.108 se observa que los suelos presentan un perfil A- B-C de evolución baja a moderada. El horizonte Ap presenta color negro, textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Bg, presenta color prado grisáceo muy oscuro, textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Cg, presenta color pardo oscuro, textura arcillosa, sin estructura (masivo).

Según se observa en el cuadro 4.125 la porosidad total es alta; en ella domina la macroporosidad. La humedad aprovechable es media.

Según el Cuadro 4.126 y la Figura 4.108 la reacción del suelo varía de ligeramente alcalina a extremadamente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es baja; el contenido de materia orgánica es alto en los primeros dos horizontes y medio en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio y Potasio tienen altos valores en el primer horizonte y bajos en profundidad y el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores medios en el primer horizonte, bajos en el segundo y altos en el tercero; el suelo presenta valores medios de retención fosfórica.

Respecto a los microelementos, el Hierro presenta valores altos, el Cobre, Zinc y Manganeso tienen bajos valores. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de baja a moderada evolución genética, originados de depósitos aluviales, con altos contenidos de materia orgánica en los horizontes superficiales. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Suelos muy superficiales; texturas finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio catiónico alta, de ligeramente alcalino a extremadamente ácido, dominados por partículas minerales de baja evolución genética en sus horizontes (cambio de color, estructura). Régimen de humedad del suelo acuico, permanecen saturados con agua por más de 270 días consecutivos, mal drenados en toda la sección control, han evolucionado sobre materiales acarreados por corrientes de agua, son los suelos más típicos o comunes dentro de esta unidad, temperatura edáfica isotérmica (15 y 22°C).

Los suelos presentan las siguientes limitantes: drenaje natural pobre, suelos muy superficiales. Los suelos poseen pendientes ligeramente planas (0-3%), inundación y encharcamiento, por lo que no son aptos para actividades agrícolas y presentan vocación para la conservación de la biodiversidad y los

recursos naturales, por lo que deben restringirse las prácticas agrícolas y ganaderas y mantener los terrenos con su vegetación 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 MQLaz pertenece a la clase V, subclase V hsc y grupo de manejo V hsc-1, poseen vocación para la conservación de la biodiversidad y 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.

4.3.1.49 Consociación Antigua Tierra Santa (orden Andisol): Typic Durustands, familia medial sobre esquelética - arenosa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071312. Símbolo MBA

La Consociación Antigua Tierra Santa se encuentra ubicada en el cantón San Martín, caserío Tzalamabaj, colonia Xejuyú, comunidades Porvenir, Tierra Santa, microparcelamiento agrario Pampojilá, del municipio de San Lucas Tolimán, a inmediaciones del paraje Mirador Rey Tepepul del municipio de Santiago Atitlán. Esta unidad cartográfica comprende una superficie de 1,212 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 y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en 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 18.5 °C, precipitación media anual de 1,733 mm y una altitud media de 1,434 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*). En la Figura 4.109 se observa una vista panorámica de la cobertura vegetal dominante en la unidad.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), moderadamente inclinadas (7-12%), fuertemente inclinadas (12-25%), ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75%) correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve estrato-volcán.





Figura 4.109. Estrato-volcán en paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observan matorrales, pasto natural y pequeñas áreas de maíz en el municipio de San Lucas Tolimán (Foto: W. González, 2010)

La unidad cartográfica está integrada por los suelos Typic Durustands, familia medial sobre esquelética - arenosa, isotérmica (PM 071312) en un 90%, el 10% restante está ocupado por otro tipo de suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Antigua Tierra Santa presenta las siguientes fases:

- **MBAb2:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión moderada (22 ha).
- **MBAc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (23 ha).
- **MBAd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (266 ha).
- **MBAdp2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (207 ha).
- **MBAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (52 ha).
- **MBAe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (204 ha).
- **MBAep1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (38 ha).
- **MBAf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (383 ha).
- **MBAf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (17 ha).

En la Figura 4.110, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posterior a la gráfica se hace una descripción completa del suelo en mención.

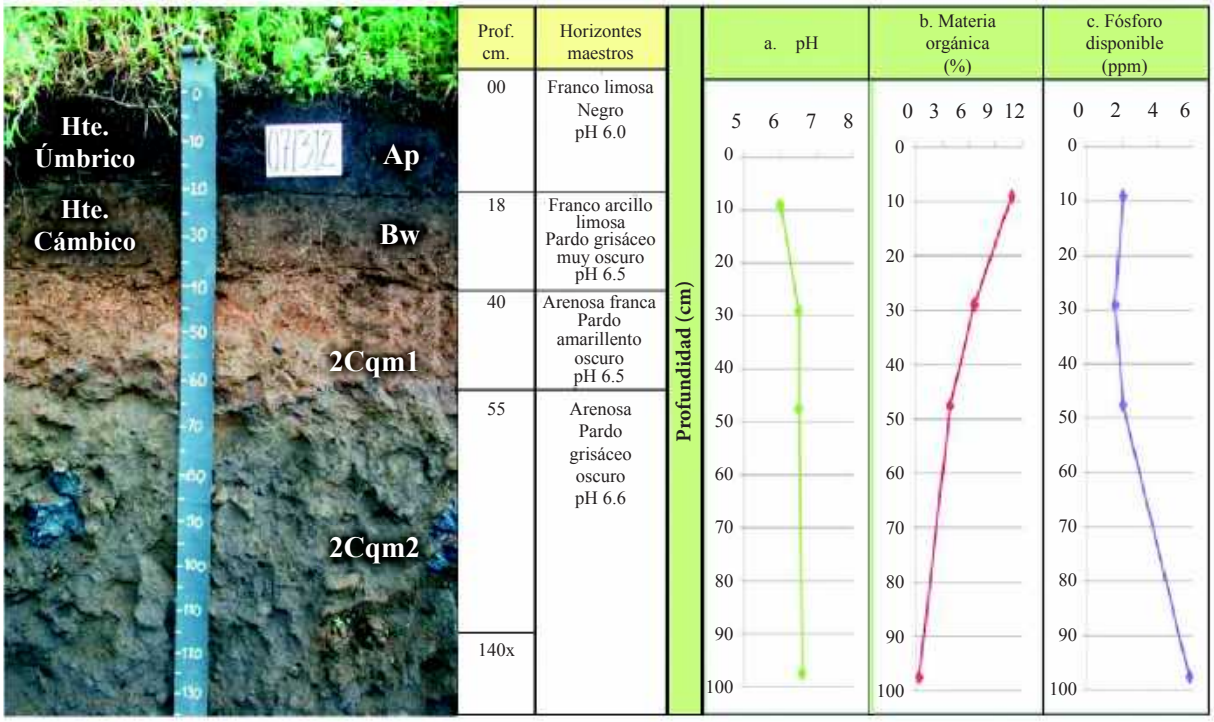


Figura 4.110. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil 071312; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071312

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071312:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Antigua Tierra Santa
Símbolo		MBA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Durustands, familia medial sobre esquelética - arenosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	Antigua Tierra Santa
	Caserío, sector, sitio, finca	Comunidad Tierra Santa a 500 metros aproximadamente del cañón
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 431862
		Latitud (Y): 1612391
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9412
	Línea de vuelo No.	462
	Bloque No.	04
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		1,262 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,973 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra y pedregón
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	40 cm.
	Limitante	Capa cementada
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café, tomate, maíz, aguacate
	Limitante del uso	Capa cementada, mediana pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Matorrales y pastos naturales
Describió		William Hernán González Martínez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		19-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 18 cm. Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco limosa y laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite claro y ondulado.
18 – 40 cm. Bw	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); 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; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
40 – 55 cm. 2Cqm1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4) y rojo amarillento (5YR5/8), frecuentes (10%); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco limosa; abundante cascajo (60%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, muy finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
55 – 140x cm. 2Cqm2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante guijarro (40%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, gruesos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF y no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra.

Observaciones: Presenta fuerte cementación desde los 40 cm, hacia las capas subsuperficiales, capa cementadas conocidas como "talpetate".

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071312:

Cuadro 4.127. Resultados de análisis físicos del perfil 071312

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	0.80	1.25	106.67	39.39				16.55	22.71	13.29	36.00
18-40	0.78	1.11	88.89	36.70				21.82	17.46	12.27	29.73
40-55	0.90	1.37	68.48	34.45				17.16	17.05	17.26	34.31

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-18	22.84			
18-40	14.88			
40-55	17.29			

Cuadro 4.128. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 071312

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.
0-18	51.15	46.52	2.33	FA	FL		6.0	5.68	10.79				2.07	6.97	Alta
18-40	49.11	50.71	0.17	FL	FArL		6.5	3.46	6.57				1.62		
40-55	49.48	50.35	0.17	FL	AF	60	6.5	2.02	3.84				2.06		
55-140	68.02	31.82	0.16	FA	A	40	6.6	0.16	0.30				5.84		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-18	38.17	7.53	30.64	7.53	6.38	0.81	0.17	0.17		16.71	2.12	0.45	0.45	
18-40	33.61	4.40	29.21	4.39	3.28	0.35	0.58	0.19		9.76	1.04	1.73	0.57	
40-55	29.05	4.64	24.41	4.64	2.37	1.81	0.17	0.29		8.16	6.23	0.59	1.00	
55-140	4.56	1.03	3.53	1.03	0.52	0.41	0.04	0.06		11.40	8.99	0.88	1.32	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-18	19.73	N.D.	5.28	4.24	40.53	79.60	2.30	1.50		
18-40	13.07	1.01	N.D.	7.76	N .D.	80.90	2.70	1.50		
40-55	15.96	2.30	0.40	3.60	4.80	37.40				
55-140	24.54	4.70	N.D.	37.49	N.D.					

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 química.

C). Interpretación de la morfología y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.110, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El primer horizonte es un Ap, de color en húmedo negro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el segundo horizonte es un Bw de color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercer horizonte presenta acumulación de sílice (q) y fuerte cementación (m) 2Cqm1 de color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, sin estructura (masivo), consistencia firme; el 2Cqm2, de color en húmedo pardo grisáceo oscuro, textura arenosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.127, la porosidad total es media, domina la macroporosidad sobre la microporosidad en el perfil, la humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en los demás.

Según el Cuadro 4.128 y la Figura 4.110, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta en los tres primeros horizontes y muy baja en el cuarto, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es alto en los dos primeros horizontes, medio en el tercero y bajo en el cuarto horizonte.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos en el primer horizonte, medios en el segundo y bajos los demás, el Magnesio presenta valores medios en el tercer horizonte y bajos en los demás, el Potasio presenta valores altos en el segundo horizonte y bajos en los demás, el Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención fosfórica se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Cobre presenta valores bajos en los tres primeros horizontes y altos en el cuarto, el Zinc presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad, el Manganeso presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en profundidad y el Hierro presenta valores bajos en los tres primeros horizontes y altos en el ultimo. Según los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen volcánico, derivados de materiales piroclásticos. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo; con capas endurecidas por silicio (talpetate) dentro de los primeros 50 cm lo que obstaculiza el paso de las raíces. Presentan contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte. Suelos superficiales, de texturas medias sobre gruesas, capacidad de intercambio de cationes alta a muy baja, saturación de bases baja, reacción de moderadamente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año, temperatura edáfica isotérmica (15 y 22°C).

Las limitaciones de estos suelos son pendientes de moderadamente inclinadas a moderadamente escarpadas, erosión ligera y moderada, suelos superficiales con capas endurecidas, abundantes fragmentos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial en algunas áreas y déficit de humedad durante un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión moderada, abundantes fragmentos de roca en el perfil; la fase con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera, abundantes fragmentos de roca en el perfil; la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada y abundantes fragmentos de roca en el perfil; la fase con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera y moderada, son de vocación agroforestal, por lo que son aptas para implementar sistemas agroforestales y/o sistemas extensivos silvopastoriles.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera y moderada, presentan vocación forestal, por lo que son aptos para actividades forestales de producción: establecimiento de plantaciones forestales y manejo productivo del bosque natural.

En las tierras de vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, la intensidad de las prácticas irá en correspondencia con el aumento en las pendientes de cada fase; por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. Estos suelos no se pueden mecanizar por los abundantes fragmentos de roca y la capa endurecida por silicio que poseen, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.



En las fases de vocación forestal, es necesario 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 al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomienda construir terrazas individuales; asimismo, es importante mantener el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda no remover la hojarasca en superficie y construir barreras vivas o muertas; así como incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Deben establecerse planes de control de incendios forestales.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto

a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Hierro.

Necesitan riego en la época seca y por sus texturas francas deben aplicarse láminas moderadas en volumen y aplicaciones moderadamente 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, las fases MBAe1, MBAe2 y MBAep1, pertenecen a la clase VI, la subclase VI ps y grupo de manejo VI ps-1; las fases MBAb2, MBAc1, MBAd2 y MBAdp2, pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-2; son tierras de vocación agroforestal y silvopastoril.

Las fases MBAf1 y MBAf2 pertenecen 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 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.

4.3.1.50 Consociación Santiago Atitlán (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial sobre ceniza, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071903. Símbolo MBB

La Consociación Santiago Atitlán se encuentra a inmediaciones del Mirador Rey Tepepul, Finca Aventuras de Atitlán, cerro Cabeza de Burro y Finca El Carmen del municipio de Santiago Atitlán; la montaña Pajpoj, del municipio de Santa María Visitación; el paraje Mirador Rey Tepepul; finca Pacaibal aldea Pasajquim del municipio de San Juan La Laguna; cerro Panán del municipio de San Pedro La Laguna; a inmediaciones del caserío Ixtahuacán, Panquiney y cerro Paculam del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Su extensión total es de 1,774 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 y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en un rango de altitud entre 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 media anual de 1,844 mm y una altitud media de 1,613 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. En la figura 4.111 se que observa la cobertura vegetal es bosque mixto.



Figura. 4.111. Ladera de filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional con especies vegetales como pino y encino (Foto: J. del Cid, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes que van de moderadamente escarpadas (50-75%) a fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está compuesta por un suelo Andic Humustepts, familia medial sobre ceniza, isotérmica (PM 071903) en un 70%; suelos del tipo Typic Haplustands, familia ceniza sobre francosa, isotérmica (PI 071704) con un 20% y presenta afloramientos rocosos en un 10% del total del área.

La inclusión de la Consociación corresponde a suelos Typic Haplustands, familia ceniza sobre francosa, isotérmica (PI 071704), caracterizados por ser profundos, bien drenados, texturas finas y fertilidad alta, erosión moderada, son suelos productivos cultivados con aguacate Hass (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación Santiago Atitlán, presenta las siguientes fases:

- **MBBf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (107 ha).
- **MBBfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (459 ha).
- **MBBfpr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera (205 ha).
- **MBBfr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera (284 ha).
- **MBBfr2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos y erosión moderada (171 ha).
- **MBBg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera, (141 ha).
- **MBBg2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión moderada, (190 ha).
- **MBBgp1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (217 ha).

En la Figura 4.112, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

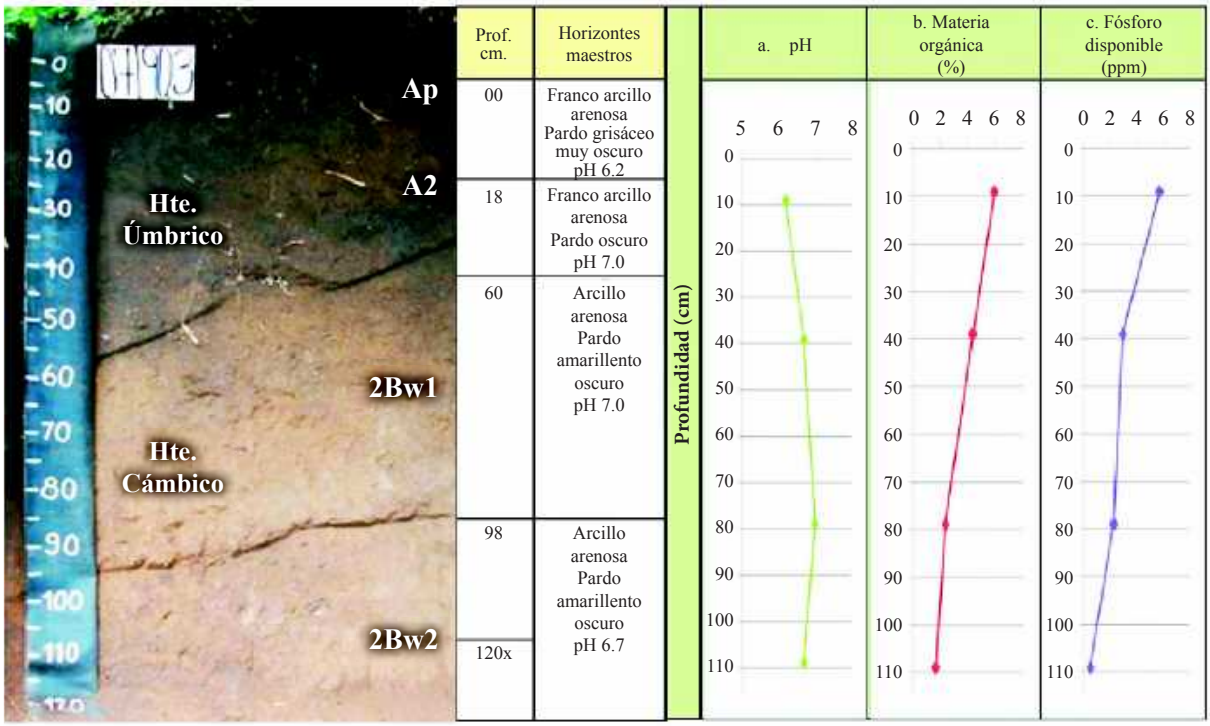


Figura 4.112. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071903

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071903:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santiago Atitlán
Símbolo		MBB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial sobre ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santiago Atitlán
	Aldea	Finca el Carmen
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino que conduce a Chicacao
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 419808
		Latitud (Y): 1613940
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4623
	Línea de vuelo No.	452
	Bloque No.	04

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		1,656 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,718 mm.
	Temperatura promedio anual	18.5 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca
Cobertura natural		Ilamo, guachipilín, ciprés, pino
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		15-09-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 18 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, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, muy finas y finas, 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 claro y ondulado.
18 – 60 cm. A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), subredondeada, 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; muchos poros, finos y medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, 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 claro y ondulado.
60 – 98 cm. 2Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; pocas raíces finas, vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
98 – 120x cm. 2Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), bloques subangulares, finos, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera 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 071903:

Cuadro 4.129. Resultados de los análisis físicos del perfil 071903

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	1.61	67.02	50.57				13.83	9.15	28.12	37.27
18-60	0.78	1.56	77.27	37.12				7.35	25.98	24.02	50.00

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-18	36.74			
18-60	29.77			

Cuadro 4.130. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071903

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.
0-18	58.05	40.47	1.49	FA	FArA		6.2	3.12	5.93				5.74	6.54	Media
18-60	55.44	43.05	1.50	FA	FArA	10	6.7	2.30	4.37				2.94		
60-98	55.62	42.88	5.50	FA	ArA		7.0	1.23	2.33				2.25		
98-120	56.00	42.52	1.49	FA	ArA	5	6.7	0.87	1.65				0.47		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-18	18.50	7.25	11.25	7.20	5.73	0.95	0.29	0.23	0.05	30.97	5.14	1.57	1.24	0.69
18-60	15.50	6.10	9.40	6.06	4.78	0.69	0.29	0.30	0.04	30.84	4.45	1.87	1.94	0.66
60-98	13.00	3.64	9.36	3.60	2.67	0.50	0.21	0.22	0.04	20.54	3.85	1.62	1.69	1.1
98-120	11.50	2.95	8.55	2.89	2.07	0.36	0.15	0.31	0.06	18.00	3.13	1.30	2.70	0.60

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-18	38.88	1.47	0.20	37.40	1.00	40.10	2.4	1.80		
18-60	39.09	1.57	0.41	57.86	1.00	83.40	2.0	3.10		
60-98	27.69	1.86	0.20	65.35	1.00					
98-120	25.11	2.25	0.20	61.61	1.00					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.112 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B. El horizonte A es subdivide en Ap y A2, el Ap es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte A2, de color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte B se subdivide en 2Bw1 y 2Bw2, el 2Bw1, de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2Bw2, de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable.

Los resultados físicos del Cuadro 4.129, muestran que la porosidad total es media en el primer horizonte, alta en el segundo, dominando la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y media en el segundo.

Según el Cuadro 4.130 y la Figura 4.112, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es media y la saturación de bases es media en los primeros dos horizontes y baja en los subsiguientes, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte, medio en el segundo y bajo en los restantes.

El Calcio y el Potasio presentan valores medios en los dos primeros horizontes y bajos en los siguientes, el Magnesio presenta valores bajos, el Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Cobre presenta valores bajos en los tres primeros horizontes y medio en el cuarto, el Zinc y el Manganeso presentan valores bajos y el Hierro presenta valores altos en todo el perfil. Según los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad es media.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se

manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases de media a baja y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad ústico por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año, con temperatura edáfica isotérmica (15 y 22°C).

Las limitantes principales para el uso y manejo de los suelos son las pendientes que van de moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, erosión ligera a moderada, mediana pedregosidad superficial (en algunas áreas) y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, erosión ligera a moderada; son de vocación forestal y por lo tanto, son aptas para implementar actividades forestales: establecimiento de plantaciones y manejo productivo del bosque natural.

Las fases de estos suelos con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada; presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con vocación forestal es necesario 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 al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomienda construir terrazas individuales; asimismo, es importante incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda no remover la hojarasca en superficie y construir barreras vivas o muertas; así como incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Deben establecerse planes de control de incendios forestales.

Para los suelos que poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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, las fases MBBf1, MBBfp1, MBBfpr1, MBBfr1 y MBBfr2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, son de vocación forestal.

Las fases MBBg1, MBBg2 y MBBgp1, pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son fases con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de cada una de las fases, 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.

4.3.1.51 Consociación El Salvador (orden Andisol): Typic Haplustands, familia medial sobre arenosa, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040811. Símbolo MBC

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones del caserío Chitutul, municipio de San Antonio Palopó y la finca Pampojilá en el municipio de San Lucas Tolimán. Posee una extensión de 216 hectáreas. Esta unidad fue identificada y muestreada en el levantamiento de suelos efectuado en el departamento de Chimaltenango por lo que puede consultarse en MAGA-IGAC (2010).

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 y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en 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 17.0 °C, precipitación media anual de 1,065 mm y una altitud media de 1,663 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*). En la Figura 4.113 se observan relictos de bosque natural y zonas con cultivo de café.



Figura 4.113. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional con relictos de bosque natural y cultivo de café (Foto: J. del Cid 2010)

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

La unidad cartográfica está representada por un suelo Typic Haplustands, familia medial sobre arenosa, isotérmica (PM 040811) en un 80%; con una inclusión de suelos del tipo Vitric Haplustands, familia medial, isotérmica (PI 041115) en un 20% de la superficie. Ambos suelos fueron identificados en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010)

La inclusión Vitric Haplustands, familia medial, isotérmica (PI 041115), posee las siguientes características: suelos profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas y fertilidad alta,

presentan erosión hídrica laminar ligera y baja retención de humedad, en estos suelos se aprecian bosques. Este suelo fue identificado en el departamento de Chimaltenango (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación El Salvador, presenta la siguiente fase:

- **MBCg3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa (216 ha).

En la Figura 4.114, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

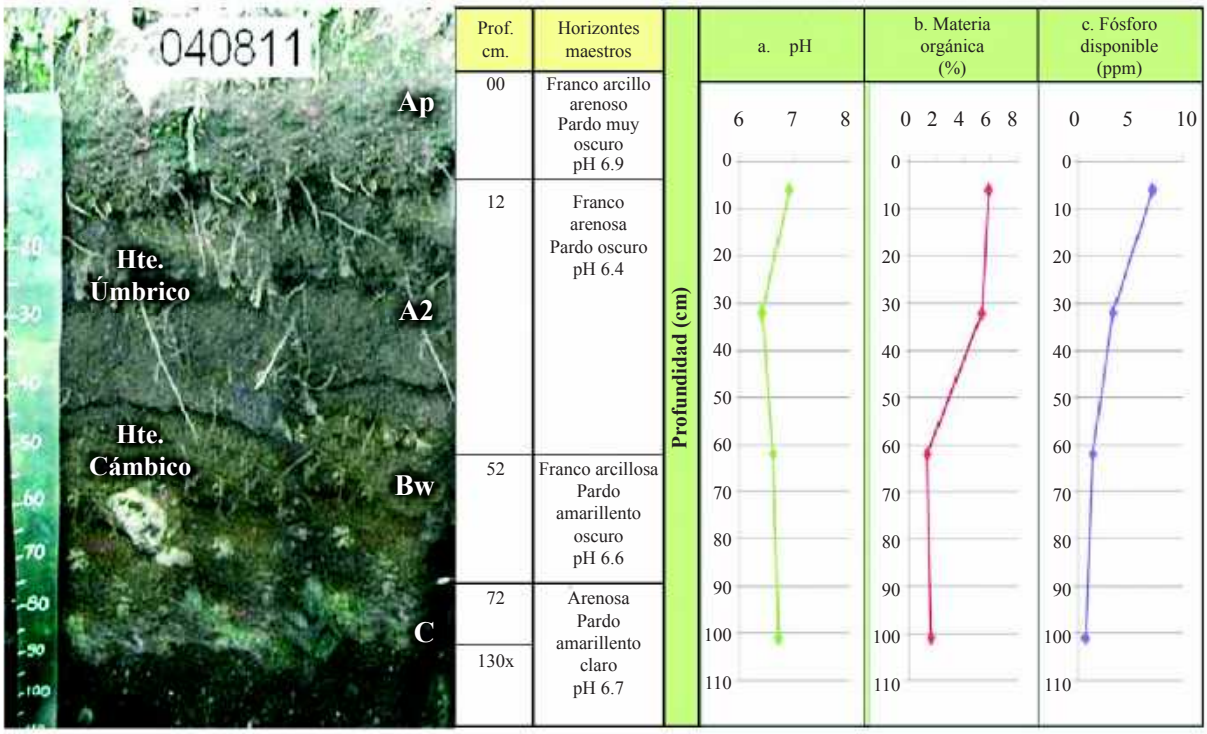


Figura 4.114. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación El Salvador; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: A. Domínguez, 2007).

A). Descripción del perfil modal No. 040811

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040811 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 Sololá.

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación El Salvador
Símbolo		MBC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustands, familia medial sobre arenosa, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Miguel Pochuta
	Aldea	Unión Victoria
	Caserío, sector, sitio, finca	El Salvador
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 441864
		Latitud (Y): 1611711
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,345
	Línea de vuelo No.	04
	Bloque No.	453
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		1,411 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,957 mm
	Temperatura promedio anual	15.0 ºC
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra, pedregón
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	40 %.
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 y forestería
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, pedregosidad superficial, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Alexei Enrique Domínguez Villatoro
Fecha de descripción		03 – 08 – 2007

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 12 cm Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo y de laboratorio franco arcillo arenosa; frecuente gravilla (20%) 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; muchos poros, finos, tubulares, 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 6.9 reacción neutra; límite claro y ondulado.
12 – 52 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; frecuente gravilla (20%), irregular; mucha saprolita (40%), sin alteración de naturaleza ígnea; mucho guijarro irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos y medios, tubulares, continuos; muchas raíces, medias, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4 reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
52 – 72 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); 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 ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios, tubulares, continuos y discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.6 reacción neutra; límite gradual y plano.
72 – 130x cm C	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arcillo arenosa; sin estructura (grano suelto); frecuentes poros, medios y gruesos, vesiculares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; 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 040811

Cuadro 4.131. Resultados de los análisis físicos del perfil 040811

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 – 12	0.90	1.42	36.41	33.68				18.85	2.74	33.74	36.48
12 – 52	0.69	1.93	35.24	29.87				22.09	9.78	54.40	64.18
52 – 72	0.70	2.11	29.14	24.01				17.46	11.75	54.99	66.73

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 12	14.83
12 – 52	7.78
52 – 72	6.55

Cuadro 4.132. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040811

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 – 12	49.62	19.68	30.70	FArA	FArA	20	6.9	3.10	5.89				7.07	7.89	Alta
12 – 52	49.96	26.92	23.12	FArA	FA	20	6.4	2.82	5.36				3.30		
52 – 72	49.05	24.79	26.16	FArA	FAr		6.6	0.68	1.30				1.39		
72 – 130	55.00	21.03	23.97	FArA	A		6.7	0.85	1.62				0.69		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 12	21.00	12.74	8.26	12.74	9.75	2.01	0.49	0.50		46.43	9.56	2.31	2.36	
12 – 52	23.25	9.63	13.62	9.63	7.18	1.19	0.78	0.49		30.86	5.11	3.36	2.09	
52 – 72	17.50	12.95	4.55	12.95	9.50	2.09	1.11	0.25		54.29	11.94	6.36	1.41	
72 – 130	25.50	9.12	16.38	9.12	5.85	2.62	0.42	0.22		22.94	10.29	1.66	0.88	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm			
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn
0 – 12	60.67	2.00	1.90	114.00	1.70
12 – 52	41.42	1.50	1.60	96.00	1.30
52 – 72	73.99	2.80	1.60	96.00	0.80
72 – 130	35.76	3.50	3.40	78.00	0.50

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.114, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, el Ap, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte A2 es de color pardo oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte B es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, estructura de bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C es de color pardo amarillento claro, textura arenosa, sin estructura (grano suelto).

Como se muestra en el Cuadro 4.131 la porosidad total es media en el primer horizonte y muy alta en profundidad, domina la microporosidad sobre la macroporosidad en todos los horizontes, la humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja en los siguientes.

Según el Cuadro 4.132 y la Figura 4.114, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es media en el tercer horizonte y alta en los demás, la saturación de bases es alta en el primero y tercer horizonte, media en los demás, el contenido de materia orgánica es alto en los dos primeros horizontes, bajo en profundidad.

Con referencia los cationes, el Calcio y el Potasio presentan valores altos, el Magnesio presenta valores bajos en el segundo y medios en los demás, el Fósforo disponible presenta valores bajos.

Respecto a los elementos menores, el Cobre presenta valores bajos en los primeros dos horizontes y medios en los siguientes, el Zinc presenta valores bajos en los tres primeros horizontes y medios en el cuarto, el Manganeso presenta valores bajos y el Hierro presenta valores altos. La fertilidad es alta

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivados de ceniza volcánica, con contenidos altos de materia orgánica en los primeros horizontes. Suelos profundos, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, con capacidad de intercambio de cationes de alta a media, saturación de bases alta a media y reacción de neutra a ligeramente ácida. Régimen de humedad ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año, temperatura edáfica isotérmica (15 y 22°C).

Las principales limitantes para uso y manejo de los suelos son: pendientes fuertemente escarpadas, erosión severa, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo (en algunas áreas) y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa, es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Es necesario conservar el bosque existente, debe propiciarse la regeneración natural en las áreas deforestadas; asimismo, es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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 MBCg3 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, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de los suelos, 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.

4.3.1.52 Consociación Pampojilá (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia esquelética-francosa, mezclada, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071308. Símbolo MBD

Esta unidad cartográfica se encuentra ubicada en inmediaciones de la Finca Pampojilá y la colonia Xejuyú del municipio de San Lucas Tolimán; del caserío San Gabriel del municipio de San Antonio Palopó; cuenta con una extensión de 535 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 y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en un rango de altitud de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 19.8 °C, precipitación media anual de 1,361 mm y una altitud media de 1,673 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. De acuerdo con la Figura 4.115 la cobertura vegetal es bosque mixto.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas) en pendientes fuertemente escarpadas (>75%) correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve filas y vigas.



Figura 4.115. Ladera en filas y vigas de paisaje montaña volcano-erosional, con bosque mixto, municipio de San Lucas Tolimán (Foto: J. del Cid, 2010)

La unidad cartográfica está compuesta por un suelo Typic Haplustolls, familia esquelética - francosa, mezclada, superactiva, isotérmica (PM 071308) en un 90% del total del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Pampojilá, presenta la siguiente fase:

- **MBDg2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión moderada (535 ha).

En la Figura 4.116, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

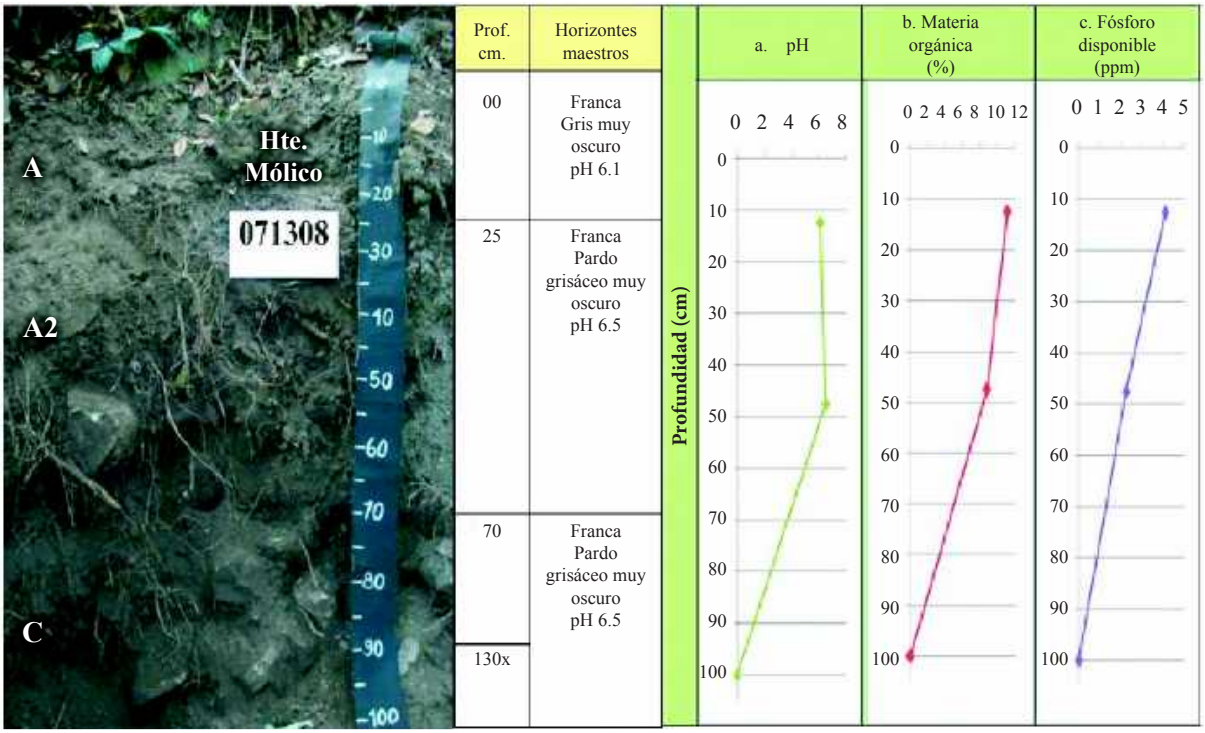


Figura 4.116. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071308

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071308:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Pampojilá
Símbolo		MBD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia esquelética - francosa, mezclada, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	Pampojilá
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Pampojilá
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 432207
		Latitud (Y): 1615428
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9411
	Línea de vuelo No.	461
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		1,534 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,439 mm.
	Temperatura promedio anual	19.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio a rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	70 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, mediana pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo, abundante fragmentos de roca en el perfil del suelo, erosión moderada , déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, ilamo
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		17-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente pedregosidad (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, muy finos, irregulares, continuos; 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 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
25 – 70 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; abundante pedregosidad (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, irregulares y tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
70 – 130x cm. C	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); abundante pedregosidad (60%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; textura de campo franca; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.

Observaciones: No se toma muestra del horizonte C por la cantidad de piedra que presenta.

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

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071308:

Cuadro 4.133. Resultados de los análisis físicos del perfil 071308

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	0.57	1.19	83.06	43.22				12.00	24.99	27.11	52.10
25-70	1.11	1.55	67.72	48.51				13.22	8.05	20.33	28.39

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	31.22			
25-70	35.29			

Cuadro 4.134. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071308

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	49.87	47.29	2.84	FA	F	20	6.1	5.84	11.10				4.12		
25-70	50.21	49.05	0.75	FA	F	40	6.5	4.60	8.74				2.25	7.53	Alta
70-130					F	60									

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	10.25	20.74		20.74	18.61	1.81	0.23	0.10		181.56	17.66	2.24	0.98	
25-70	25.06	17.38	7.67	17.38	14.40	2.80	0.12	0.07		57.46	11.17	0.48	0.28	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	SAT	0.05	1.75	7.00	37.55	17.70	0.31	0.51	0.16	
25-70	69.34	0.15	0.90	7.25	16.65	19.10	0.48	0.94		

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 química.

Cuadro 4.135. Resultados del análisis mineralógico del perfil 071308

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	25-70	70-130
Cristobalita	tr	tr
Caolinita	tr	+
Feldespastos	+	++
Intergrados 2:1 - 2:2	tr	-
Haloisita	-	tr
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	-	-
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	25-70	**70-130**
Anfiboles	tr	5
Cuarzo	6	31
Feldespatos plagioclasas	6	28
Opacos	43	19
Piroxenos	10	17
Productos de alteración	34	
Vidrio volcánico	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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.116 los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – C. El horizonte A se divide en A1 y A2, el A1 de color gris muy oscuro, textura franca, estructura granular, consistencia muy friable; el A2, es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura granular, consistencia friable. El horizonte C es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, sin estructura (grano suelto), consistencia suelta.

Como se observa en el Cuadro 4.133 la porosidad total en el primer horizonte es alta y baja en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es alta.

Según el cuadro 4.134 y la Figura 4.116, la reacción del suelo es ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte y alta en el segundo, la saturación de bases es alta, el contenido de materia orgánica es alto.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos, el Magnesio presenta valores medios, el Potasio presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en el segundo. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como baja.

Respecto a elementos menores, el Cobre, el Zinc y el Hierro presentan valores bajos, el Manganeso presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

De acuerdo con el Cuadro 4.135, la composición mineralógica del suelo es similar a la de los demás intergrados ándicos, aunque este no alcanzo a clasificar como tal. Se destaca la casi total constitución de la fracción arcillosa con productos amorfos y la de las arenas con porcentajes altos de opacos y productos alterados. No obstante en esta última, los piroxenos, las plagioclasas y el cuarzo también se presentan en porcentajes variables (rango general: 10-30%).

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivado de depósitos piroclásticos, con contenidos de materia orgánica altos. Suelos moderadamente superficiales, texturas medias, capacidad de intercambio de cationes de media a alta, saturación de bases alta y reacción ligeramente ácida. Presentan régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año. Temperatura edáfica isotérmica (15 y 22°C).

Las principales limitantes son las pendientes fuertemente escarpadas, erosión moderada, abundantes fragmentos de roca en el perfil de suelos, mediana pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión moderada, es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En estos suelos debe conservarse el bosque existente; debe propiciarse la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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 MBDg2 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de 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.

4.3.1.53 Consociación Antigua Santa Catarina (orden Inceptisol) Andic Humustepts, familia esquelética - medial, isotérmica (SSS, 2010); perfil modal 070601. Símbolo MBE

La Consociación Antigua Santa Catarina se encuentra ubicada en los caseríos Camanoj, Pak – Wex, Palá, Patzité, Pugualcox, San Miguel, San Miguelito del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán y la

finca Pacaibal del municipio de San Juan La Laguna. Abarca una extensión de 2,115 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 y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud 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 media anual de 1,873 mm y una altitud media de 1,487 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. En la Figura 4.117 se observa una panorámica de las áreas utilizadas para la agricultura en donde se evidencian procesos erosivos.



Figura 4.117. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, donde se evidencia procesos erosivos por la agricultura, en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán (Foto: C. García, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre rocas graníticas (granito, granodiorita), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%) correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve filas y vigas.

La unidad cartográfica está integrada por los suelos Andic Humustepts, familia esquelética - medial, isotérmica (PM 070601) en un 80%; Typic Humustepts, familia esquelética - arenosa, mezclada, superactiva, isotérmica (PI 070607) en un 10% y afloramientos rocosos en un 10% del total del área.

La inclusión de la Consociación corresponde al suelo Typic Humustepts, familia esquelética - arenosa, mezclada, superactiva, isotérmica (PI 070607) caracterizándose por ser suelos superficiales, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ó reacción del suelo, ligeramente ácida a neutra, reacción ligera al NaF, fertilidad alta, con pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa (Ver anexo B).

La Consociación Antigua Santa Catarina presenta las siguientes fases:

- **MBEf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (164 ha).
- **MBEfpr3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (1,271 ha).
- **MBEg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (261 ha).
- **MBEg2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión moderada (152 ha).
- **MBEgr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (267 ha).

En la Figura 4.118, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como del pH, la materia orgánica y fósforo. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

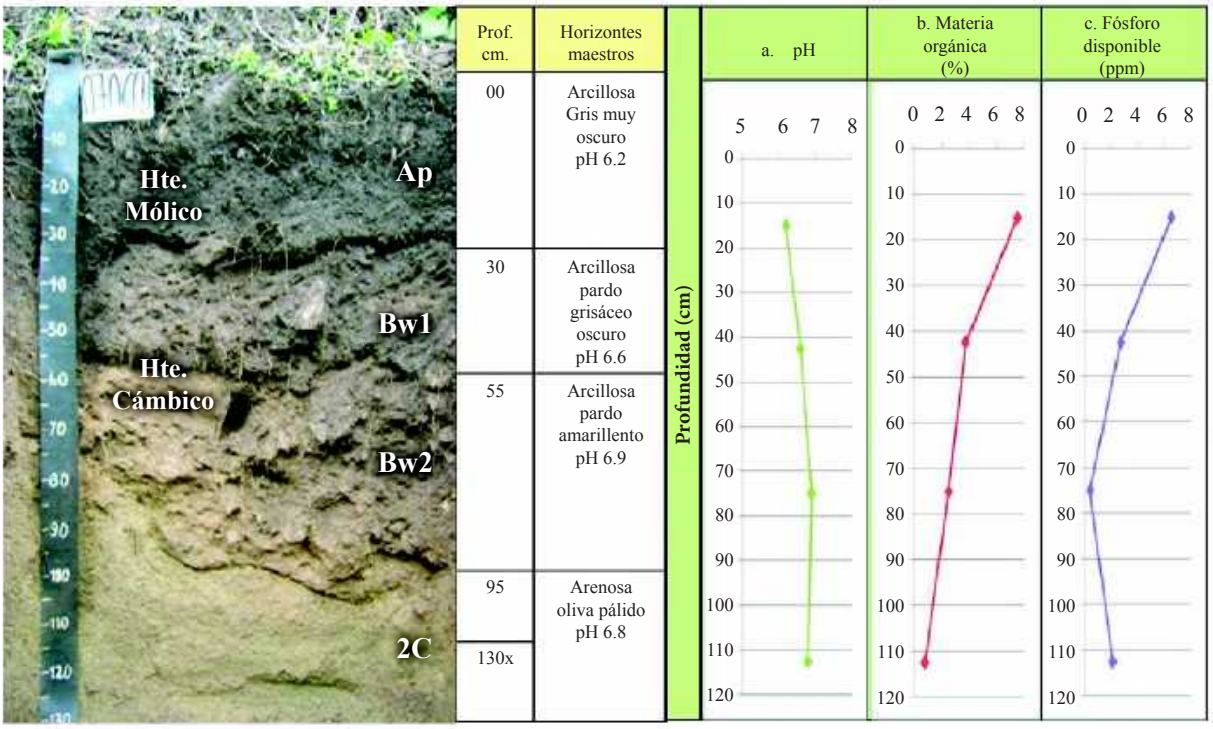


Figura 4.118. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal de la Consociación Antigua Santa Catarina; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070601

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070601:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Antigua Santa Catarina
Símbolo		MBE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia esquelética - medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Catarina Ixtahuacán
	Aldea	-

Localización Geográfica	**Caserío, sector, sitio, finca**	Pualcox (donde nace el agua)
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 405486
		Latitud (Y): 1631575
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2281
	Línea de vuelo No.	447
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Rocas graníticas (granito y granodiorita)
Altitud		1,736 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %.
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,625 mm.
	Temperatura promedio anual	16.4 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	Poca
	Superficie cubierta	10 %.
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	95 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, pedregosidad superficial, presencia de fragmentos de roca en el perfil, déficit de agua en época seca, erosión severa

Vegetación natural	Pino, encino, ciprés
Describió	César David García Sic
Fecha de descripción	23-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%) y poca piedra (5%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay reacción al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
30 – 55 cm. Bw1	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%) y poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y ondulado.
55 – 95 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%) y poca piedra (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; límite claro y ondulado.
95 – 130x cm. 2C	Color en húmedo oliva pálido (5Y6/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (60%) y poca piedra (2%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, medianos, irregulares, discontinuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay 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 070601:

Cuadro 4.136. Resultados de los análisis físicos del perfil 070601

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	1.10	1.38	50.78	37.32				16.77	5.38	14.91	20.29
30-55	1.21	1.6	69.91	30.83				17.21	13.63	10.75	24.38
55-95	1.58	1.87	27.59	15.19				10.16	6.97	8.54	15.51

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	20.55			
30-55	13.62			
55-95	5.03			

Cuadro 4.137. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070601

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.
0-30	53.15	45.34	1.51	FA	Ar	35	6.2	3.98	7.57				6.58	7.92	Alta
30-55	46.58	47.68	5.74	FA	Ar	40	6.6	1.98	3.76				2.73		
55-95	52.01	42.39	5.60	FA	Ar	45	6.9	1.32	2.50				0.39		
95-130	63.03	35.51	1.45	FA	A	62	6.8	0.39	0.75				2.14		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	26.00	14.80	11.20	14.77	11.20	2.86	0.53	0.18	0.03	43.08	11.00	2.05	0.69	0.20
30-55	25.50	10.28	15.22	10.05	7.98	1.68	0.20	0.18	0.23	31.31	6.58	0.78	0.72	2.2
55-95	14.00	8.56	5.44	8.52	5.94	1.78	0.53	0.26	0.04	42.46	12.74	3.80	1.87	0.47
95-130	11.00	5.75	5.25	5.68	4.12	0.92	0.39	0.25	0.07	37.45	8.38	3.56	2.26	1.2

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	56.82	0.76	0.20	52.49	6.50	47.80	0.63	1.60		1.47
30-55	39.39	1.49	0.20	70.59	2.72	26.60	0.57	1.40		1.67
55-95	60.86	1.12	0.20	22.28	2.33	15.20				
95-130	51.65	0.38	0.20	6.19	1.03					

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 química.

Cuadro 4.138. Resultados de los análisis mineralógicos del perfil inclusión 070607

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)
	25-90
Cristobalita	Tr
Caolinita	+++
Feldespatos	Tr
Intergrados 2:1 - 2:2	+
Haloisita	++
Material no cristalino	++
Metahaloisita	-
Cuarzo	+++
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**
	25-90
Biotita	6
Circón	Tr
Cuarzo	29
Feldespatos plagioclasas	34
Feldespatos potásicos	27
Opacos	3
Piroxenos	Tr
Productos de alteración	N.D.

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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología y los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.118, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte Ap, es de color gris muy oscuro, textura arcillosa, estructura granular, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2; el Bw1 es de color pardo grisáceo oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el Bw2 es de color pardo amarillento, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2C es de color oliva pálido, textura arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia suelta.

Como se observa en el Cuadro 4.136 la porosidad total es baja en el perfil, domina la microporosidad sobre la macroporosidad en el primero y tercer horizontes, ocurre lo contrario en el segundo, la humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en profundidad.

Según el Cuadro 4.137 y la Figura 4.118, la reacción del suelo va de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el primero y segundo horizonte, media en los siguientes, la saturación de bases es media en el segundo horizonte y alta en los demás horizontes, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte, medio en el segundo y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio se encuentra en alto en los dos primeros horizontes, medio en los dos siguientes, el Magnesio está en niveles medios del primero al tercer horizonte, bajo en el cuarto, el Potasio está alto en el primero y tercer horizonte, medio en el segundo y cuarto. El contenido de Fósforo disponible es bajo y la retención fosfórica del suelo presenta valores medios.

Respecto a los elementos menores, el Cobre y Zinc presentan niveles bajos, el Manganeso niveles medios en el primer horizonte y bajo en los siguientes y el Hierro en niveles altos del primero al tercer horizonte, bajo en el cuarto. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

La composición mineralógica de estos suelos (Cuadro 4.138), es la siguiente: en las arcillas se manifiestan abundantes contenidos de caolinita, haloisita y cuarzo; si bien los materiales amorfos son comunes, su cantidad es menor que en los demás suelos estudiados (con influencia de piroclastos). En la fracción arena los feldespatos (Plagioclasa y potásicos) integran el 61%; el cuarzo complementa (29%), con cantidades bajas de biotita y opacos.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos moderadamente profundos, de texturas finas, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, saturación de bases alta a media y reacción

de ligeramente ácida a neutra. Presentan régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año y temperatura edáfica isotérmica (15 y 22°C).

Las principales limitantes son: las pendientes moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, erosión ligera, moderada y severa, poca pedregosidad superficial en algunas áreas, abundantes fragmentos de roca en el perfil de suelos y déficit de humedad en un semestre del año.

Las fases de estos suelos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), poca pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada a severa son de vocación forestal y por lo tanto, son aptas para implementar actividades forestales: establecimiento de plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.

Las fases de estos suelos con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera a moderada, son de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos de vocación forestal es necesario 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. Las 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, acequias y pozos de infiltración. Deben establecerse planes de control de incendios forestales.

En los suelos de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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 MBEf2 pertenece a la clase VII, la subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, con vocación forestal; la fase MBefpr3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1, son tierras con vocación forestal.

Las fases MBEg1 y MBEg2 pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1; la fase MBEgr3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, son tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos 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.

4.3.1.54 Consociación Pacaibal (orden Andisol): Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071701. Símbolo MBF

La Consociación La Dicha se encuentra ubicada en inmediaciones de la finca Pacaibal, Aldea Pasajquim del municipio de San Juan La Laguna; los caseríos Ixtahuacán, Panguiney, Patzité Centro del municipio

de Santa Catarina Ixtahuacán y la colonia Xejuyú del municipio de San Lucas Tolimán. Su extensión total es de 362 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado húmedo" (Código B), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en un rango de altitud media 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 media anual de 1,869 mm y una altitud media de 1,525 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*). Como se observa en la Figura 4.119 la cobertura vegetal y uso de la tierra es bosque latifoliado y agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes que van de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve lomas.

La unidad cartográfica está compuesta por un suelo Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (PM 071701) en un 90% del total del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.



Figura 4.119. Lomas en el paisaje de montaña volcano-erosional, con cultivos de café y banano, en el municipio de San Juan La Laguna (Foto: C. García, 2010).

La Consociación Pacaibal, presenta las siguientes fases:

- **MBFdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (74 ha).
- **MBFe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (84 ha).
- **MBFe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (204 ha).

En la Figura 4.120, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

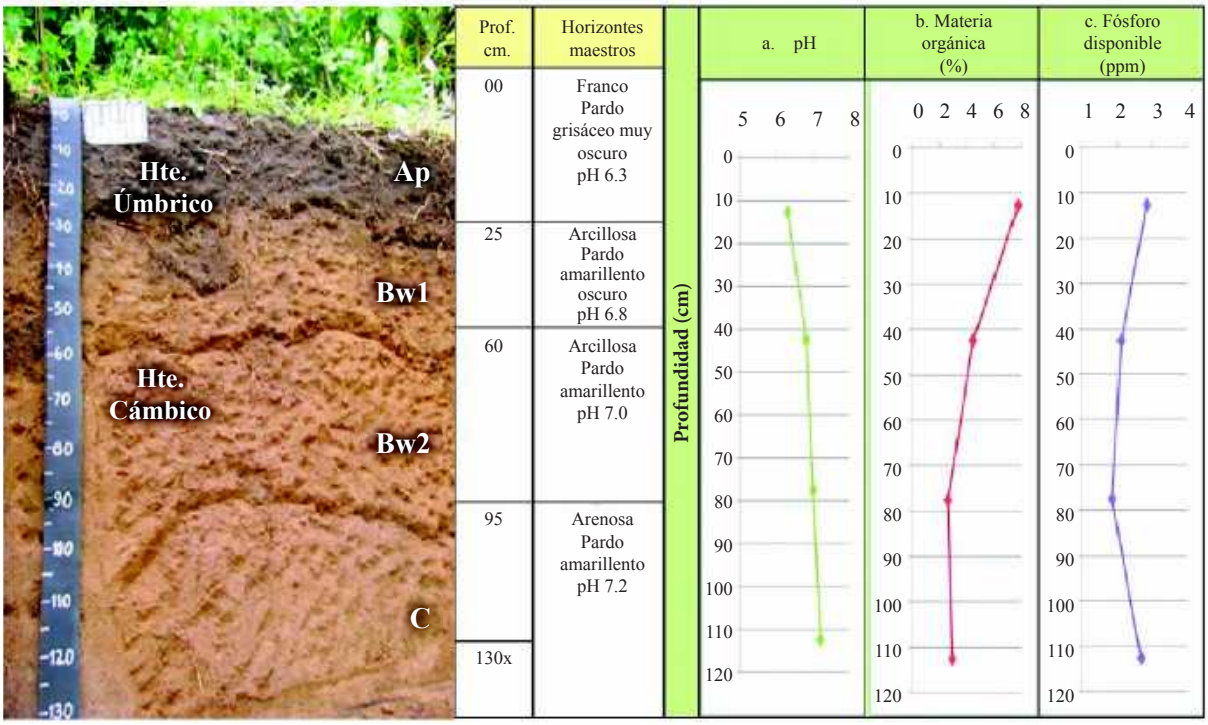


Figura 4.120. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Pacaibal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071701

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071701:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Pacaibal
Símbolo		MBF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Juan La Laguna
	Aldea	Pasajquím
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 409662
		Latitud (Y):1620763
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4626
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		1,604 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,749 mm.
	Temperatura promedio anual	17.4 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café, banano, maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Palo blanco
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		24-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; 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.
25 – 60 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
60 – 95 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite claro y ondulado.
95 – 130x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni 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 071701

Cuadro 4.139. Resultados de los análisis físicos del perfil 071701

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	1.12	102.48	60.78				23.19	15.26	22.24	37.50
25-60	0.71	1.35	104.08	96.34				36.77	3.53	43.88	47.41

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	37.59			
25-60	59.57			

Cuadro 4.140. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071701

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	45.29	51.73	2.98	FL	F		6.3	4.11	7.80				2.85	7.82	Alta
25-60	57.93	41.22	0.84	FA	Ar		6.8	2.36	4.48				2.11		
60-95	30.74	59.18	10.08	FL	Ar		7.0	1.37	2.61				1.86		
95-130	40.48	49.52	10	F	Ar		7.2	1.55	2.95				2.68		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	30.00	6.42	23.58	6.38	4.77	0.98	0.58	0.05	0.04	15.89	3.27	1.93	0.17	0.62
25-60	36.00	8.94	27.06	8.90	6.09	0.72	1.85	0.24	0.04	16.92	2.01	5.14	0.65	0.45
60-95	17.50	5.66	11.84	5.63	3.21	0.83	1.38	0.21	0.03	18.34	4.72	7.91	1.18	0.53
95-130	27.50	11.83	15.67	11.81	9.50	1.35	0.34	0.62	0.02	34.53	4.91	1.23	2.27	0.17

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	21.26	0.56	0.20	18.86	1.34	56.50	3.00	1.60		
25-60	24.73	0.42	0.20	11.62	1.18	56.50	4.60	1.90		
60-95	32.15	0.24	0.20	11.54	1.00					
95-130	42.94	1.08	0.20	26.30	1.00					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.120, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte Ap es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura granular, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2; el Bw1 es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw2 es de color pardo amarillento, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C es de color pardo amarillento, textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.139 la porosidad total es media en el primer horizonte y alta en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 4.140 y la Figura 4.120, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media en el tercer horizonte y alta en los demás, la saturación de bases es media en el último horizonte y baja en los demás, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte, medio en el segundo y bajo en los demás.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el primer y el tercer horizonte, altos en los demás, el Magnesio presenta valores bajos, el Potasio presenta valores altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos y el Hierro presenta valores medios. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada de origen ígneo, derivados de cenizas volcánicas, con contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, con texturas finas,

capacidad de intercambio de cationes de alta a media, saturación de bases de baja a media y reacción de ligeramente ácida a neutra. Presentan régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año y temperatura edáfica isotérmica (15 y 22°C).

Las principales limitantes son las pendientes, erosión ligera a moderada, suelos muy superficiales, abundante pedregosidad superficial en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera; pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera a moderada; son de vocación agroforestal, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas; en las fases de mayor pendiente, además se recomienda establecer acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

Necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas, deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 MBFdp1 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-2; las fases MBFe1 y MBFe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-2; son 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.

4.3.1.55 Consociación Pasajquim (orden Andisol): Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071702. Símbolo MBG

Los suelos de esta unidad cartográfica se encuentran ubicados en inmediaciones de la aldea Pasajquim del municipio de San Juan La Laguna. Abarca una extensión de 60 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado húmedo" (Código B), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en un rango de altitud media 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 media anual de 1,764 mm y una altitud media de 1,602 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 4.121 el uso de la tierra es agricultura con cultivo de café.



Figura 4.121. Glacís en montaña volcano-erosional, con cultivos de café bajo sombra, municipio de San Juan La Laguna (Foto: C. García, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, en pendiente fuertemente inclinada (12-25%), correspondiente al paisaje montaña volcano-erosional y en tipo de relieve glacís.

La unidad cartográfica está compuesta por un suelo Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (PM 071702) en un 90% del total del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Pasajquim, presenta la siguiente fase:

- **MBGd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (60 ha).

En la Figura 4.122, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

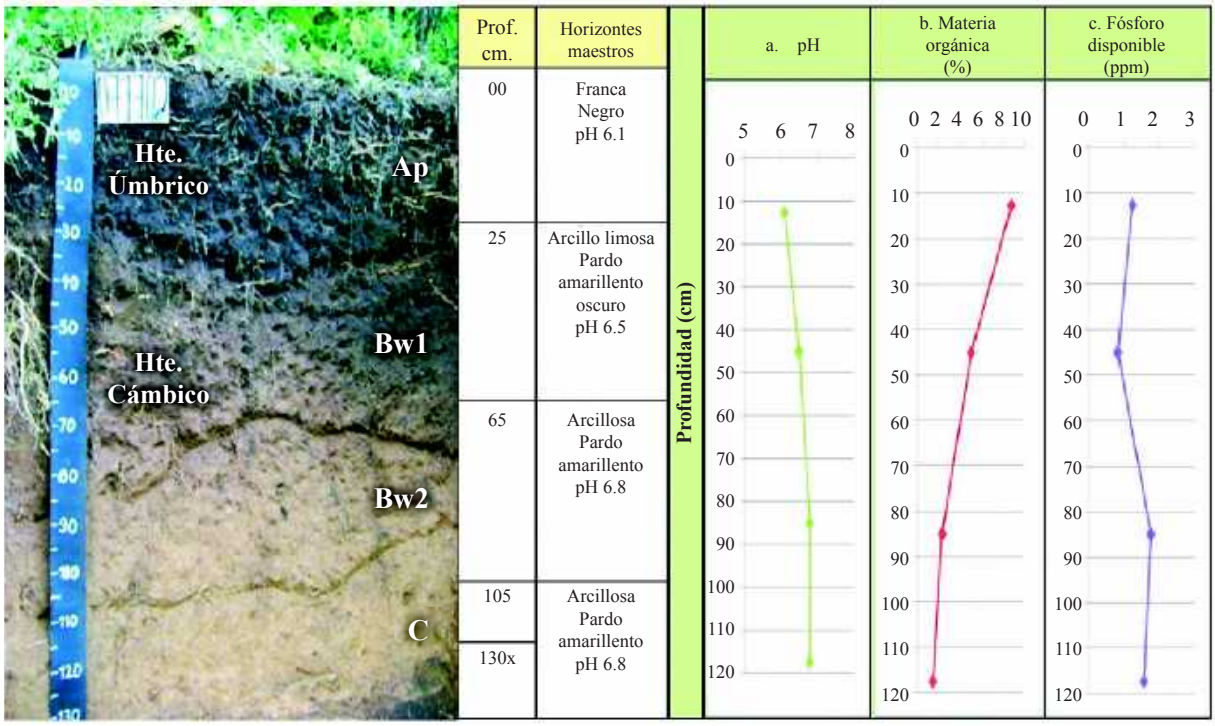


Figura 4.122. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Pasajquím; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071702

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071702:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Pasajquím
Símbolo		MBG
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Juan La Laguna
	Aldea	Pasajquím
	Caserío, sector, sitio, finca	Cerca de la escuela de la aldea
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 409572
		Latitud (Y): 1621190
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2466
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Glacís
	Forma del terreno	Plano inclinado

Material Parental		Depósitos superficiales clásticos gravigénicos
Altitud		1,666 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado húmedo
	Precipitación promedio anual	1,728 mm.
	Temperatura promedio anual	17.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.2 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca , erosión moderada
Vegetación natural		No hay
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		24-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; 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.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
25 – 65 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca 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 ondulado.
65 – 105 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; 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.
105 – 130x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, muy finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte 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 071702

Cuadro 4.141. Resultados de los análisis físicos del perfil 071702

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	0.71	1.16	138.2	63.55				23.53	20.95	17.84	38.79
25-65	0.71	1.10	108.9	60.71				32.32	15.69	19.76	35.45

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	40.02			
25-65	28.39			

Cuadro 4.142. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071702

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	45.20	51.82	2.99	FL	F		6.1	4.64	8.81				1.25	8.03	Alta
25-65	38.55	46.95	14.50	F	ArL		6.5	2.65	5.04				0.83		
65-105	42.81	49.79	7.40	F	Ar		6.8	1.19	2.26				1.77		
105-130	45.22	49.39	5.4	FA	Ar		6.8	0.74	1.40				1.57		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	31.00	10.22	20.78	10.19	7.52	0.95	1.47	0.25	0.03	24.25	3.07	4.74	0.82	0.29
25-65	32.50	12.37	20.13	12.34	9.52	1.14	1.17	0.51	0.03	29.29	3.50	3.61	1.56	0.24
65-105	31.00	11.14	19.86	11.12	7.91	1.01	1.81	0.40	0.02	25.51	3.25	5.83	1.29	0.18
105-130	26.00	9.41	16.59	9.37	6.29	0.96	1.63	0.50	0.04	24.18	3.69	6.25	1.91	0.43

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	32.88	0.70	0.20	32.41	1.00	38.70	2.70	1.70		
25-65	37.96	0.79	0.20	25.45	1.00	53.00	2.10	2.30		
65-105	35.89	0.43	0.20	18.74	1.00					
105-130	36.04	0.23	0.20	19.59	1.00					

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 química.

C). Interpretación de morfología del perfil y los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.122, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte Ap de color negro, textura franca, estructura granular, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, el Bw1 de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw2 de color pardo amarillento, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C de color pardo amarillento, textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.141 la porosidad total en el primer horizonte es media; dominando la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y media en el segundo.

Según el Cuadro 4.142 y la Figura 4.122, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja en el primer horizonte y media en los siguientes, el contenido de materia orgánica es alto en el primer y segundo horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan valores altos, el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos, el Hierro presenta valores altos en el primero y segundo horizonte y medios en los siguientes. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada, de origen ígneo, derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Poseen contenidos de materia orgánica altos en los horizontes superficiales. Suelos profundos, texturas finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases de baja a media y reacción del suelo de ligeramente ácida a neutra. Presentan un régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año y temperatura edáfica isotérmica (15 a 22°C).

Las principales limitantes son las pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Los suelos presentan pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada, son de vocación agrícola, por lo que son aptos para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar, si es necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a la fertilidad, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 MBGd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-2, 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.

4.3.1.56 Consociación Reservas de Santo Tomás (orden Andisol): Typic Hapludands, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071305. Símbolo MOA

La Consociación Reserva de Santo Tomás se encuentra ubicada en el caserío Chibaquib del municipio de Nahualá; fincas Totolyá y Santo Tomás Perdido del municipio de San Lucas Tolimán; finca El Rosario del municipio de Santiago Atitlán. Esta unidad cartográfica comprende una superficie de 1,867 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en 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 19.3 °C, precipitación media anual de 3,176 mm y una altitud media de 1,308 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*). En la Figura 4.123 se observa una vista panorámica del cultivo de café.





Figura 4.123. Ladera de Estrato-volcán en paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observan cultivo de café bajo sombra en el municipio de San Lucas Tolimán (Foto: R. Pacheco, 2010)

Los suelos de la 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%) correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional y relieve estrato-volcán.

La unidad cartográfica está integrada por los suelos Typic Hapludands, familia medial, isotérmica (PM 071305) en un 80%; Andic Humudepts, familia medial, isotérmica (PI 070525) en un 20% del total del área.

La inclusión de la Consociación corresponde al suelo Andic Humudepts, familia medial, isotérmica (PI 070525); son suelos moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta, pendientes ligeramente escarpadas, presencia de pedregosidad superficial puntual y erosión ligera. Su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

La Consociación Reservas de Santo Tomás presenta las siguientes fases:

- **MOAd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (540 ha).
- **MOAd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (153 ha).
- **MOAdp2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión moderada (53 ha).
- **MOAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (561 ha).
- **MOAe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (114 ha).
- **MOAf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (446 ha).

En la Figura 4.124, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posterior a la gráfica se hace una descripción completa del suelo en mención.

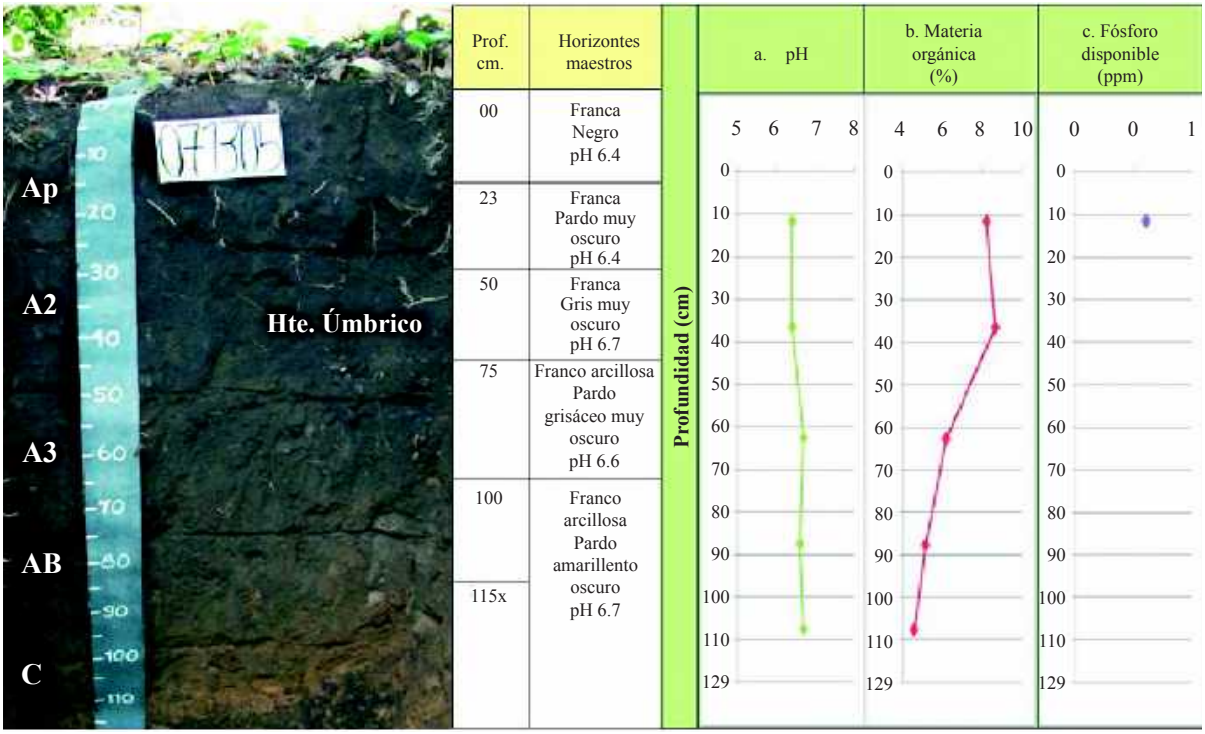


Figura 4.124. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados dentro del perfil modal 071305 de la Consociación Reservas de Santo Tomás; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071305

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071305:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Reservas de Santo Tomás
Símbolo		MOA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Typic Hapludands, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Santo Tomas Perdido
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 431904
		Latitud (Y): 1610752
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2336
	Línea de vuelo No.	453
	Bloque No.	04
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		1,125 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	2,404 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °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.	21.3 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda.
	Profundidad	100 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Erosión moderada y material compactado.
Vegetación natural		No hay
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		17-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 23 cm. Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes 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 6.4, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
23 – 50 cm. A2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, 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 6.4, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
50 – 75 cm. A3	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, 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 6.7, reacción neutra; límite claro y plano.
75 – 100 cm. AB	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y plano.
100 – 115x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa, poca gravilla (5%); sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera 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 071305:

Cuadro 4.143. Resultados de análisis físicos del perfil 071305

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	0.89	1.11	91.40	26.40				16.83	14.10	5.72	19.82
23-50	0.76	1.11	89.58	24.79				19.30	22.81	8.73	31.53
50-75	0.84	1.47	85.71	36.80				19.20	24.46	18.40	42.86

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-23	9.57			
23-50	5.49			
50-75	17.60			

Cuadro 4.144. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 071305

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.
0-23	54.95	44.28	0.77	FA	F		6.4	4.32	8.21				0.49		
23-50	54.17	45.05	0.79	FA	F		6.4	4.56	8.66				N.D.		
50-75	56.25	42.96	0.79	FA	F		6.7	3.24	6.16				N.D.	7.69	Alta
75-100	54.00	45.21	0.79	FA	FAr		6.6	2.70	5.13				N.D.		
100-115	52.24	46.94	0.82	FA	FAr	5	6.7	2.40	4.56				N.D.		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-23	30.76	10.11	20.65	10.11	7.85	1.34	0.84	0.08		25.52	4.36	2.73	0.26	
23-50	34.75	10.03	24.72	10.03	8.50	0.91	0.58	0.04		24.46	2.62	1.67	0.12	
50-75	29.62	6.50	22.70	6.50	5.27	0.59	0.53	0.11		18.05	2.02	1.82	0.38	
75-100	26.20	4.26	21.94	4.26	3.40	0.55	0.23	0.08		12.98	2.10	0.88	0.31	
100-115	33.04	4.72	28.32	4.72	2.99	0.84	0.79	0.10		9.05	2.54	2.39	0.30	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-23	32.87	N.D.	8.05	4.15	16.15	62.20	1.50	1.30		1.51
23-50	28.86	N.D.	2.40	3.15	12.95	84.40	2.10	1.30		1.56
50-75	22.26	0.10	0.95	3.00	9.15	83.70				1.66
75-100	16.26	0.65	0.50	3.30	7.70					1.45
100-115	14.29	1.75	0.45	3.90	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 química.

C). Interpretación de la morfología y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.124, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–C. El horizonte A se subdivide en Ap, A2, A3 y un transicional AB; el Ap, de color negro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el A2 de color pardo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares; consistencia friable; el horizonte A3, de color gris muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte AB, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, consistencia friable. El horizonte C, de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

De acuerdo con los resultados de análisis físicos del Cuadro 4.143, la porosidad total es baja en el primer horizonte, media en el segundo y tercero, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja en los dos primeros horizontes y baja en el tercero.

Según el Cuadro 4.144 y la Figura 4.124, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es alto hasta el cuarto horizonte y medio en el quinto.

El Calcio presenta valores altos en los dos primeros horizontes y medios en los siguientes, el Magnesio presenta valores bajos, el Potasio presenta valores altos, el Fósforo disponible reporta valores bajos solo en el primer horizonte y la retención se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Cobre no presentó valores en los dos primeros horizontes y presenta valores bajos en los siguientes, el Zinc presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en los siguientes, el Manganeso presenta valores altos en los dos primeros horizontes y desciende en profundidad, el Hierro presenta valores bajos. Según los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada, de origen ígneo, derivados de cenizas volcánicas. Presentan media adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo, con altos contenidos de materia orgánica. Son suelos moderadamente profundos, de texturas medias, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja, reacción de ligeramente ácida a neutra. El régimen de humedad es údico por lo que no permanecen secos por más de 90 días consecutivos en el año, esto permite cultivos continuos. La temperatura edáfica pertenece a un régimen isotérmico (15 a 22°C).

Las principales limitantes son las pendientes del terreno, la erosión ligera a moderada, mediana pedregosidad en algunas áreas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera a moderada, son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada; pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera y moderada, presentan vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

La fase de estos suelos que posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera, presentan vocación forestal, por lo que es apta para actividades forestales de producción.

Para los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar; si es necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual deben realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

En los suelos de vocación forestal se recomienda mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal

debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas plantando según curvas de nivel e incluso efectuar pequeñas terrazas individuales; es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Hierro.

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 MOAd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-2; la fase MOAd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-1, son tierras de vocación agrícola.

Las fases MOAe1 y MOAe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-1; la fase MOAdp2 pertenece a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-1; poseen vocación agroforestal y silvopastoril; la fase MOAf1, pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2, 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.

4.3.1.57 Consociación Nueva Providencia (orden Andisol): Typic Hapludands, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071317. Símbolo MOB

La Consociación Nueva Providencia se encuentra localizada en inmediaciones de la finca San José La Providencia, comunidad Nueva Providencia del municipio de San Lucas Tolimán; abarca una extensión de 110 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en 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 20.0 °C, precipitación media anual de 2,667 mm y una altitud media de 1,055 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*).



Figura 4.125. Laderas de estrato-volcán en paisaje de montaña volcano-erosional, se observa café con sombra en el municipio de San Lucas Tolimán (Foto: C. García, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), correspondientes al tipo de relieve estrato-volcán, en el paisaje montaña volcano-erosional.

La unidad cartográfica está representada por un suelo Typic Hapludands, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica (PM 071317) en un 90% del total del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio

La Consociación Nueva Providencia, presenta las siguientes fases:

- **MOBd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (12 ha).
- **MOBd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (24 ha).
- **MOBdp2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), poca pedregosidad superficial, erosión moderada (74 ha).

En la Figura 4.126, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

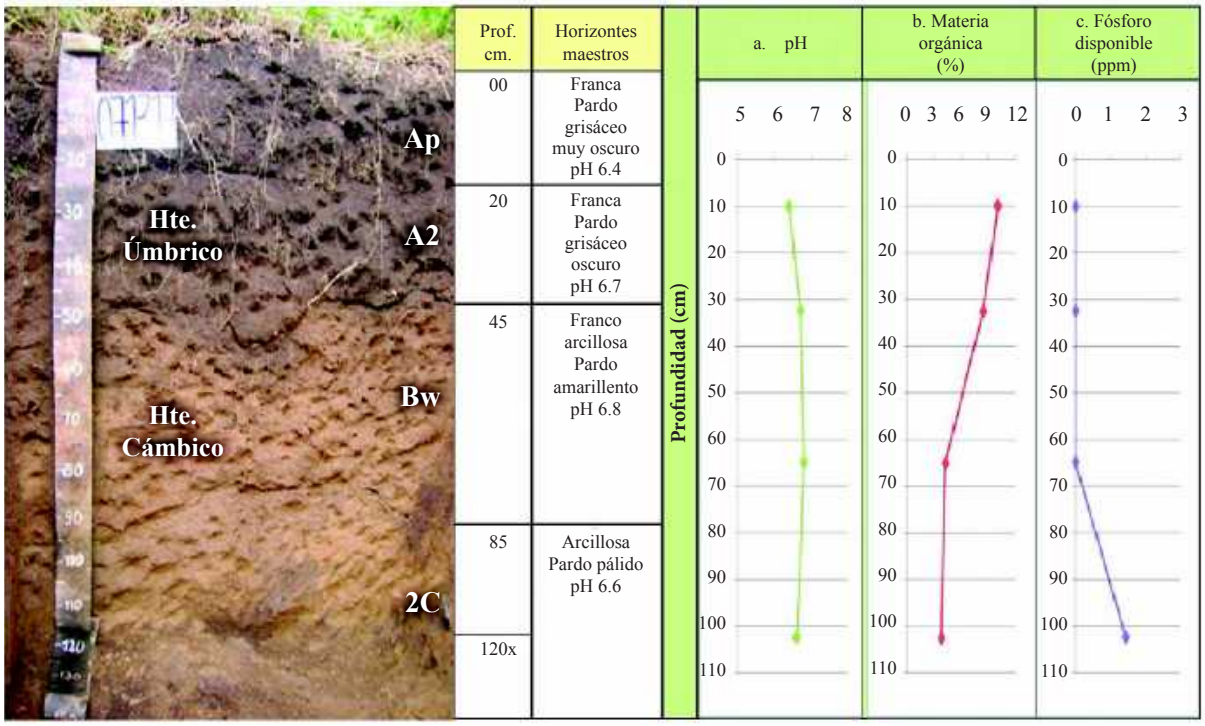


Figura 4.126. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación La Providencia; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071317

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071317:

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Nueva Providencia
Símbolo		MOB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Hapludands, familia ceniza sobre arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	A 3 km de Santa Teresa, cerca de San José La Providencia en Santo Tomás Perdido
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 432007
		Latitud (Y): 1610285
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2336
	Línea de vuelo No.	453
	Bloque No.	04

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		1,078 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	2,537 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °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.	18 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Erosión moderada
Vegetación natural		No hay
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		19-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; 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 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm. A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca, de laboratorio franco limosa; poca gravilla (3%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, medias, 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 claro y ondulado.
45 – 85 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; 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; muchos poros, finos, irregulares, discontinuos; frecuentes 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 6.8, reacción neutra; límite gradual y plano.
85 – 120x cm. 2C	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (10%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos, químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071317:

Cuadro 4.145. Resultados de los análisis físicos del perfil 071317

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	0.75	1.3	77.30	36.17				10.81	22.51	19.80	42.31
20-45	0.67	1.09	86.92	42.35				13.10	19.76	18.77	38.53
45-85	0.81	1.54	102.65	42.35				10.75	27.85	19.56	47.40

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	25.36			
20-45	29.25			
45-85	31.60			

Cuadro 4.146. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071317

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	56.67	41.07	2.26	FA	F	3	6.4	5.30	10.07				N.D.	8.33	Alta
20-45	45.29	50.28	4.43	FL	F	3	6.7	4.46	8.47				N.D.		
45-85	37.74	62.09	0.17	FL	FAr	3	6.8	2.24	4.26				N.D.		
85-120	42.49	57.34	0.17	FL	Ar	10	6.6	2.00	3.80				1.44		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	32.47	13.86	18.61	13.86	5.63	7.70	0.52	0.01		17.33	23.71	1.61	0.02	
20-45	33.61	16.57	17.04	16.57	6.06	9.67	0.78	0.05		18.03	28.79	2.31	0.16	
45-85	27.91	7.99	19.92	7.99	2.35	5.56	0.08	0.00		8.40	19.92	0.29	0.00	
85-120	27.91	6.43	21.48	6.43	2.15	4.08	0.15	0.06		7.69	14.62	0.54	0.20	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	42.67	0.10	1.80	4.40	11.60	78.20	1.90	1.00		
20-45	49.29	N.D.	0.65	4.55	11.65	17.20	2.50	1.20		
45-85	28.62	1.20	N.D.	3.05	4.30	78.50				
85-120	23.04	1.50	N.D.	4.75	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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo a la Figura 4.126 los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, el horizonte Ap es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura granular, consistencia muy friable. El horizonte A2 es de color pardo oscuro, textura franca, estructura granular, consistencia muy friable. El horizonte Bw es de color pardo amarillento, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2C es de color pardo pálido, textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.145 la porosidad total es media en los dos primeros horizontes y alta en el tercero, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es media en los dos primeros y alta en profundidad.

Según el Cuadro 4.146 y la Figura 4.126, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es media en los dos primeros horizontes y baja en los siguientes, el contenido de materia orgánica es alto en los primeros horizontes y medio en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el primer horizonte, altos en el segundo y bajos en los siguientes, el Magnesio presenta valores altos, el Potasio presenta valores altos en los dos primeros horizontes y bajos en los siguientes. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Hierro, Cobre y Zinc presentan valores bajos, el Manganeso presenta valores altos en los primeros horizontes y bajos en los siguientes. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada de origen ígneo, derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo, con

contenidos de materia orgánica altos. Suelos profundos, texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases de media a baja y reacción de ligeramente ácida a neutra. Presentan régimen de humedad del suelo údico por lo que no permanecen secos por más de 90 días consecutivos durante el año y esto permite cultivos continuos. La temperatura edáfica es isotérmica (15 a 22°C).

Las principales limitantes son las pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera a moderada, fragmentos de roca en el perfil y poca pedregosidad superficial (en algunas áreas).

Las fases de estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), poca pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, son de vocación agrícola por lo que son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Si fuera necesario arar, se recomienda realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Hierro 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, la fase MOBd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-2; las fases MOBd2 y MOBdp2, pertenecen a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-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.

4.3.1.58 Consociación Metzabal (orden Inceptisol): Andic Humudepts, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071907. Símbolo MOC

La Consociación Metzabal se encuentra localizada en inmediaciones de los caseríos Xejac, Xejmasá del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; fincas El Chorro, El Rosario, Santa Amalia, El Carmen Metzabal, rancherías de las fincas Monte Quina, El Carmen Metzabal, el cerro Cabeza de Burro del municipio de Santiago Atitlán; caserío Chuituj del municipio de Nahualá; finca Santa Teresa del municipio de San Lucas Tolimán y el cerro Panán del municipio de San Pedro La Laguna. Abarca una extensión de 2,135 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “templado muy húmedo” (Código O), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se

ubican en 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 19.4 °C, precipitación media anual de 3,281 mm y una altitud media de 1,404 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*). De acuerdo con la Figura 4.127 el uso de la tierra es agrícola con cultivos de café bajo sombra.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes que van de moderadamente escarpadas (50-75%) a fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y en tipo de relieve filas y vigas.



Figura 4.127. Laderas en filas y vigas, paisaje de montaña volcano-erosional, con cultivos de café bajo sombra, municipio de Santiago Atitlán (Foto: W. González, 2010).

La unidad cartográfica está compuesta por los suelos Andic Humudepts, familia medial, isotérmica (PM 071907) en un 80%; Andic Humudepts, familia medial sobre esquelética- francosa, isotérmica (PI 070523) en un 15% y afloramientos rocosos en un 5% del total del área.

La inclusión de la Consociación corresponde al suelo Andic Humudepts, familia medial sobre esquelética-francosa, isotérmica (PI 070523), son suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde moderadamente escarpadas, erosión moderada (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación Metzabal, presenta las siguientes fases:

- **MOCf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (688 ha).
- **MOCfpr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, presencia de afloramiento rocoso, erosión ligera (244 ha).
- **MOCfr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramiento rocoso, erosión ligera (11 ha).

- **MOCfr2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramiento rocoso, erosión moderada (486 ha).
- **MOCg3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa (106 ha).
- **MOCgp1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (600 ha).

En la Figura 4.128, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

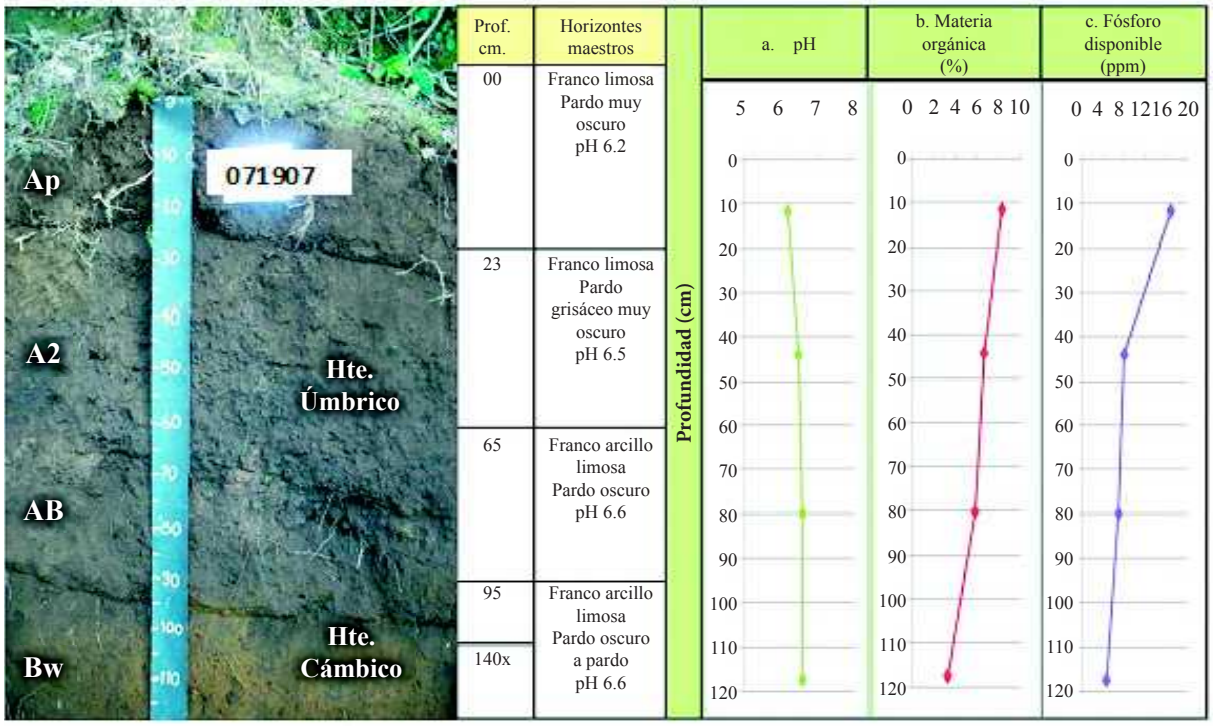


Figura 4.128. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Metzabal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071907

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071907:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Metzabal
Símbolo		MOC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humudepts, familia medial, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santiago Atitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	El Carmen Metzabal
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 418566
		Latitud (Y): 1612203
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2323
	Línea de vuelo No.	453
	Bloque No.	04
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		1,361 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	3,146 mm.
	Temperatura promedio anual	19.9 °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.	17.8 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm.
	Limitante	Sin limitaciones

Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Sin limitaciones
Vegetación natural		Encino y pino
Describió		William Hernán González Martínez, Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		7-12-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0-23 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco 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; 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 6.2, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
23-65 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco 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; muchos poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
65-95 cm. AB	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy 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, al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y plano.
95-140x cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franco arcillo limosa 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 friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; 6.6, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071907

Cuadro 4.147. Resultados de los análisis físicos del perfil 071907

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	0.98	1.50	82.26	27.34				13.04	23.14	11.52	34.67
23-65	0.83	1.86	76.58	28.06				11.43	35.09	20.29	55.38

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-23	14.30			
23-65	16.63			

Cuadros 4.148. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071907

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.
0-23	56.88	40.90	2.22	FA	FL		6.2	4.33	8.23				16.95	6.64	Media
23-65	56.68	41.09	2.23	FA	FL		6.5	3.54	6.73				8.09		
65-95	54.32	43.43	2.25	FA	FArL	3	6.6	3.06	5.81				6.98		
95-140	60.36	39.48	0.17	FA	FArL	5	6.6	1.72	3.26				4.68		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-23	17.50	2.91	14.59	2.87	2.16	0.57	0.01	0.13	0.04	12.34	3.26	0.06	0.76	0.23
23-65	26.75	4.30	22.45	4.26	3.29	0.80	0.01	0.16	0.04	12.30	2.99	0.04	0.59	0.15
65-95	18.25	5.54	12.71	5.50	4.62	0.73	0.01	0.14	0.04	25.32	4.00	0.05	0.76	0.22
95-140	24.00	4.46	19.54	4.42	3.32	0.95	0.01	0.14	0.04	13.83	3.96	0.04	0.58	0.17

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-23	16.42	1.80	8.00	48.70	1.00	60.00	0.78	0.51		
23-65	15.92	1.52	4.88	38.00	1.00	58.50	0.62	0.58		
65-95	30.13	1.22	1.95	53.50	1.00					
95-140	18.41	2.24	0.79	48.10	1.00					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.128, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B. El horizonte A se subdivide en Ap y A2; el Ap es de color pardo muy oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable; el horizonte A2 es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte transicional AB es de color pardo oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte Bw es de color pardo oscuro a pardo, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.147 la porosidad total es media en el primer horizonte y alta en el segundo, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.148 y la Figura 4.128, la reacción varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media en el primer y tercer horizonte y alta en el segundo y cuarto, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es alto del primero al tercer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores bajos en el primer horizonte y valores medios en los siguientes, el Magnesio y el Potasio presentan valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes, la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre presenta valores bajos, el Zinc presenta valores altos en el primer horizonte, medios en el segundo y bajos en los siguientes, el Manganeso presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivados de cenizas volcánicas, cuya evolución se desarrolla especialmente en los horizontes superficiales, se asocia con la materia orgánica y se manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos altos de materia orgánica en los primeros horizontes y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos profundos, texturas medias, capacidad de intercambio de cationes de media a alta, saturación de bases bajas y reacción de ligeramente ácida a neutra. Presentan régimen de humedad del suelo údico, por lo que no permanecen secos por más de 90 días durante el año y permiten cultivos continuos. La temperatura edáfica es isotérmica (15 a 22°C).

Las principales limitantes son las pendientes, erosión ligera, moderada y severa; mediana pedregosidad superficial en algunas áreas.

Las fases de estos suelos, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera a moderada, son de vocación forestal, por lo que son aptas para actividades como el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo prácticas de manejo.

Las fases de estos suelos, con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera a severa, son de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con vocación forestal es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable plantarlas al contorno siguiendo las curvas de nivel y/o con pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados a través de la plantación de especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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, las fases MOCf1, MOCfpr1, MOCfr1 y MOCfr2, pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2, son de vocación forestal.

La fase MOCgp1 pertenece a la clase VIII, subclase VIIIp y grupo de manejo VIII p-1, posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad; la fase MOCg3, pertenece a la clase VIII, subclase VIIIp y grupo de manejo VIII p-2, son de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de 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.

4.3.1.59 Consociación Santa Teresa (orden Molisol): Vitrandic Hapludolls, familia esquelética -ceniza sobre fragmental, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071316. Símbolo MOD

La Consociación Santa Teresa se encuentra localizada en las fincas Santa Teresa y Sajbiná del municipio de San Lucas Tolimán; el caserío Chirijmasá del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Abarca una extensión de 186 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en 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 20.2 °C, precipitación media anual de 3,325 mm y una altitud media de 949 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*). En la figura 4.129 se observa el bosque latifoliado característico de la región.



Figura 4.129. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, donde se observa la cobertura de bosque latifoliado (Foto: C. García, 2010)

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

La unidad cartográfica está representada por un suelo Vitrandic Hapludolls, familia esquelética- ceniza sobre fragmental, isotérmica (PM 071316) en un 90%; presenta afloramientos rocosos en un de 10% del total del área.

La Consociación Santa Teresa, presenta las siguientes fases:

- **MODfr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera (66 ha).
- **MODg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera (120 ha).

En la Figura 4.130, se presenta la morfología del perfil modal, la profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como el pH, materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se realiza una descripción completa del suelo en mención.

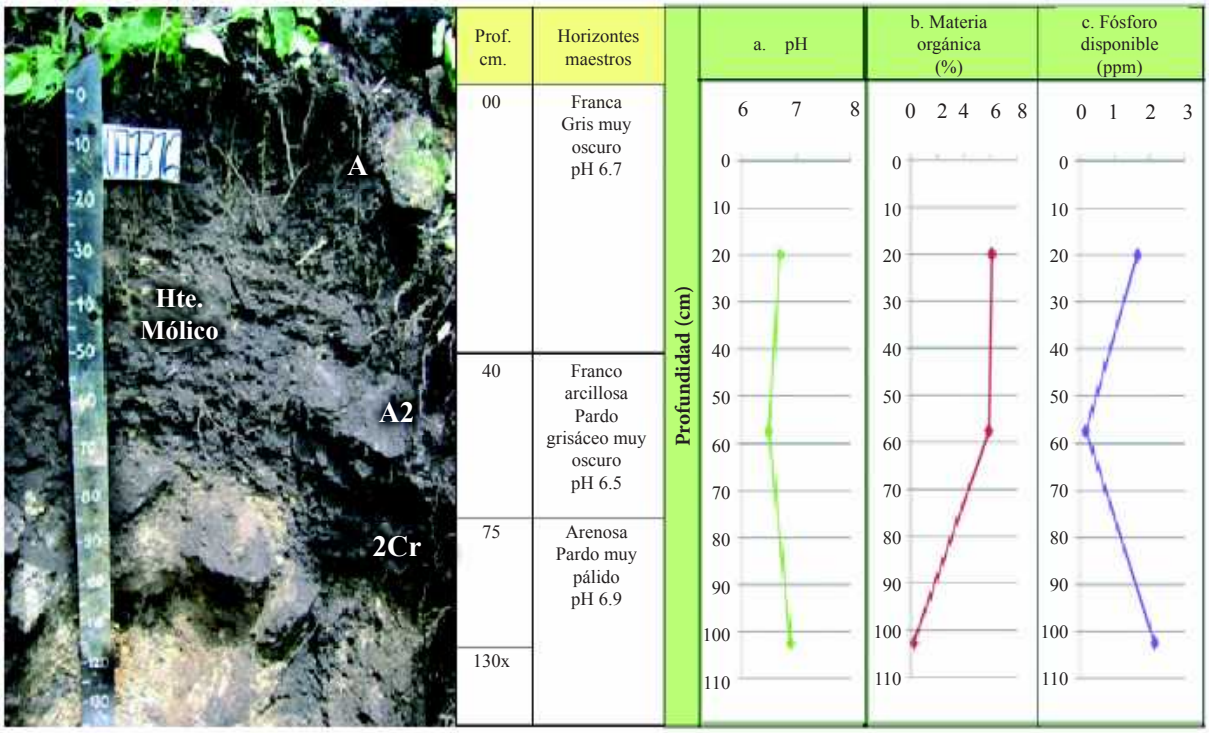


Figura 4.130. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Santa Teresa; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071316

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071316:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Santa Teresa
Símbolo	MOD

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Hapludolls, familia esquelética- ceniza sobre fragmental, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Santa Teresa
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 432463
		Latitud (Y): 1609049
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2008
	Línea de vuelo No.	454
	Bloque No.	04
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		992 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	3,000 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °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.	16 °C
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	75 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Fragmentos de roca >60% y pendientes fuertemente escarpadas.
Vegetación natural		Cedrillo, cola de caballo, chaperno
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		19-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 40 cm. A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (25%), poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
40 – 75 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (30%), poca piedra (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, irregulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
75 – 130x cm. 2Cr	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%) y muy abundante piedra (80%), Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%) y muy abundante piedra (80%), irregular, mediana alteración, de origen ígneo; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni 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 071316:

Cuadro 4.149. Resultados de los análisis físicos del perfil 071316

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	1.19	1.31	40.43	15.15				3.09	5.73	3.43	9.16
40-75	1.59	1.8	40.30	19.21				4.97	6.11	5.56	11.67

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-40	12.06			
40-75	14.24			

Cuadro 4.150. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071316

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.
0-40	63.29	34.47	2.24	FA	F	35	6.7	3.20	6.08				1.66	7.91	Alta
40-75	57.15	40.61	2.24	FA	FAr	40	6.5	3.08	5.85				0.20		
75-130	66.41	31.42	2.18	FA	A	95	6.9	0.13	0.24				2.15		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-40	14.24	24.07		24.07	8.13	14.77	0.98	0.18		57.09	103.75	6.89	1.28	
40-75	19.94	19.23	0.70	19.23	8.20	10.83	0.15	0.05		41.14	54.30	0.75	0.28	
75-130	2.28	6.44		6.44	1.81	4.24	0.32	0.07		79.56	186.30	13.92	2.88	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-40	SAT	N.D.	3.30	10.50	48.00	87.60	0.58	0.37		1.71
40-75	96.47	N.D.	1.35	3.95	23.10	48.70	1.10	0.76		1.62
75-130	SAT	0.15	0.40	25.00	22.75					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo a la Figura 4.130, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – C. El horizonte A se subdivide en A y A2, el A es de color gris muy oscuro, textura franca, estructura granular, consistencia muy friable. El horizonte A2 es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura granular, consistencia muy friable. El horizonte 2Cr es de color pardo muy pálido, textura arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.149 la porosidad total es baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.150 y la Figura 4.130, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es media en los primeros dos horizontes y baja en el ultimo, la saturación de bases es alta, el contenido de materia orgánica es alto en los primeros dos horizontes y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos en los dos primeros horizontes y bajos en el tercero, el Magnesio presenta valores altos y el Potasio presenta valores bajos, el Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo varía de alta a media.

Respecto a elementos menores, el Cobre presenta valores bajos en el tercer horizonte, el Zinc presenta valores medios en el primer horizonte y valores bajos en profundidad, el Hierro presenta valores medios en el primer horizonte, bajos en el segundo y altos en el tercero, el Manganeso presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de ceniza y pómez, con presencia de vidrio volcánico, presentan moderada retención de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y el aluminio activo, con contenidos de materia orgánica altos en los horizontes superficiales. Son suelos moderadamente superficiales, texturas moderadamente finas sobre gruesas, capacidad de intercambio de cationes de media a baja, saturación de bases alta y reacción ligeramente ácida a neutra. Presentan régimen de humedad del suelo údico, por lo que no permanecen secos por más de 90 días durante el año y esto permite cultivos continuos. La temperatura edáfica es isotérmica (15 a 22°C).

Las principales limitantes son pendientes de moderada a fuertemente escarpadas, erosión ligera, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo, afloramientos rocosos, drenaje moderadamente excesivo y suelos moderadamente superficiales.

La fase de suelos que posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presencia de afloramientos rocosos y erosión ligera posee vocación forestal, por lo que es apta para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo prácticas de manejo.

La fase que presenta pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y erosión ligera, presenta vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

En los suelos con vocación forestal es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas plantando al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecer pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario aplicar medidas para el control de incendios forestales.

En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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 MODfr1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2, son tierras con vocación forestal. La fase MODg1 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, son de 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.

4.3.1.60 Consociación La Providencia (orden Molisol): Typic Hapludolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071323. Símbolo MOE

Esta unidad cartográfica se encuentra localizada en los caseríos Calera, Chijimasa, Chuicomo, Chuiscasu, Guonabaj, Panquiney, Senyebaj, el cerro Paculam del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; la

comunidad Nueva Providencia Toltoyá del municipio de San Lucas Tolimán. Abarca una extensión de 2,585 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en 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 19.8 °C, precipitación media anual de 2,956 mm y una altitud media de 1,224 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*). En la figura 4.131 se observa el bosque latifoliado característico de la región.



Figura 4.131. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, en la fotografía se observa la cobertura forestal, en el área también se presenta cultivo café (Foto: O. Hernández, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre rocas graníticas (granito, granodiorita), pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) a fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al tipo de relieve filas y vigas del paisaje de montaña volcano-erosional.

La unidad cartográfica está representada por los suelos Typic Hapludolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 071323) en un 70%; Andic Humudepts, familia medial, isotérmica (PI 070613) en un 20%; presenta afloramientos rocosos en un 10% del total del área.

La inclusión de la Consociación corresponde al suelo Andic Humudepts, familia medial, isotérmica (PI 070613) en un 20%; caracterizándose por ser suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, de texturas moderadamente gruesas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácida, reacción moderada al NaF, fertilidad natural muy alta, con pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada (Ver detalles de las inclusiones en el anexo B).

La Consociación La Providencia, presenta las siguientes fases:

- **MOEf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50–75%), erosión ligera (126 ha).
- **MOEf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50–75%), erosión moderada (223 ha).
- **MOEfpr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50–75%), abundante pedregosidad superficial, presencia de afloramiento rocoso, erosión ligera (152 ha).
- **MOEfr1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50–75%), presencia de afloramiento rocoso, erosión ligera (302 ha).
- **MOEfr3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50–75%), presencia de afloramiento rocoso, erosión severa (424 ha).
- **MOEg1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (50–75%), erosión ligera (442 ha).
- **MOEgp1**: fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (189 ha).
- **MOEgr2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramiento rocoso, erosión moderada (465 ha).
- **MOEgr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presencia de afloramiento rocoso, erosión severa (262 ha).

En la Figura 4.132, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

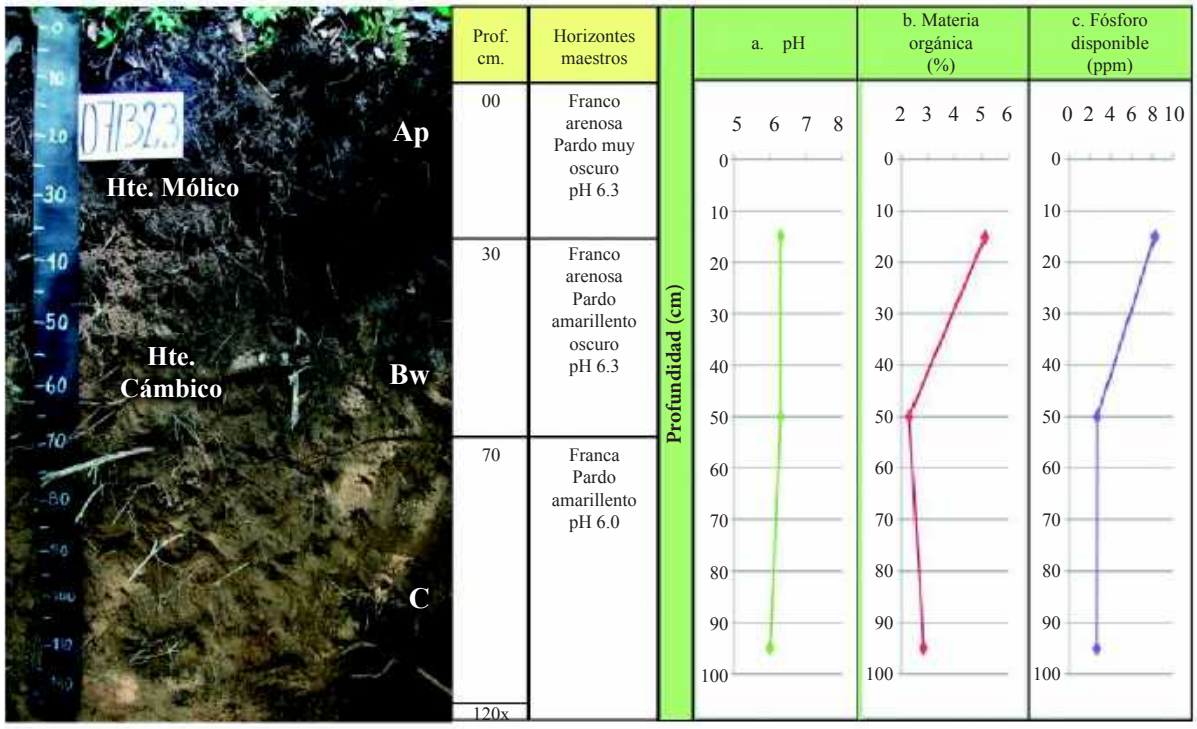


Figura 4.132. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación La Providencia; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: O. Hernández, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071323

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071323:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Providencia
Símbolo		MOE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Hapludolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	Finca San José la Providencia
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 433211
		Latitud (Y): 1610085
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2337
	Línea de vuelo No.	453
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Rocas graníticas (granito, granodiorita)
Altitud		1,073 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	2,571 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °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.	21.1 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	Poca
	Superficie cubierta	10%.

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Encino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		19-10-2010

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 franco arenosa; 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; 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite ondulado y plano.
30 – 70 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo franco 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 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 moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite ondulado y plano.
70 – 120x cm. C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa, poca gravilla (10%); sin estructura (masivo); consistencia húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl no hay 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 071323:

Cuadro 4.151. Resultados de los análisis físicos del perfil 071323

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	1.08	1.15	50.41	29.13				7.79	2.57	3.52	6.09
30-70	1.19	1.69	32.91	9.84				2.36	20.74	8.85	29.59

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	21.34			
30-70	7.48			

Cuadro 4.152. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071323

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.
0-30	60.78	37.76	1.46	FA	FA	5	6.3	2.70	5.13				8.24		
30-70	61.19	37.36	1.45	FA	FA	5	6.3	1.21	2.29				2.69	6.38	Media
70-120	65.26	33.30	1.44	FA	F	10	6.0	1.48	2.82				2.66		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	15.50	9.33	6.17	9.27	6.70	0.87	0.17	1.52	0.06	43.25	5.60	1.10	9.83	0.64
30-70	8.50	9.16		8.67	5.82	0.70	0.08	2.07	0.49	68.42	8.19	0.98	24.39	5.4
70-120	7.50	9.22		8.58	5.88	0.55	0.08	2.07	0.64	78.40	7.31	1.08	27.64	6.9

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	59.78	0.54	0.20	70.80	1.00	13.20	0.19	0.26		
30-70	SAT	0.20	0.20	16.54	1.00	11.50	0.10	0.17		
70-120	SAT	0.78	0.20	8.14	2.97					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo a la Figura 4.132, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte Ap, es de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C es de color pardo amarillento, textura franca, sin estructura (masivo), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.151 la porosidad total es baja, en el primer horizonte domina la microporosidad, en el segundo domina la macroporosidad, la humedad aprovechable va de media a muy baja.

Según el Cuadro 4.152 y la Figura 4.132, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a moderadamente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte y baja en los siguientes, la saturación de bases es alta, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y bajo en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos en el primer horizonte y medios en los siguientes, el Magnesio y el Potasio presentan valores bajos. El Fósforo disponible presenta niveles bajos y la retención de fósforo se estima como baja.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos y el Hierro presenta valores altos en el primer horizonte, medios en el segundo y bajos en el último. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de rocas graníticas, con horizonte superficial grueso, oscuro y con altos contenidos de materia orgánica en el primer horizonte. Son suelos profundos, con texturas moderadamente gruesas, capacidad de intercambio de cationes de media a baja, saturación de bases alta y reacción de ligera a moderadamente ácida. Presentan régimen de humedad del suelo údico, por lo que no permanecen secos por más de 90 días durante el año y esto permite un cultivo continuo. La temperatura edáfica es isotérmica (15 a 22°C).

Estas tierras presentan limitaciones por: pendientes de moderada a fuertemente escarpadas, erosión ligera, moderada y severa, fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial puntual y drenaje moderadamente excesivo.

Las fases de estos suelos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), abundante pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, erosión ligera a severa, son de vocación forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo prácticas de manejo.

Las fases de estos suelos con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, erosión ligera a severa, son de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

A los suelos con vocación forestal es necesario mantenerlos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo, se recomienda conservar el sotobosque. Las plantaciones forestales deben plantarse al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomiendan las pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, debe evitarse la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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, las fases MOEf1, MOEf2, MOEfpr1 y MOEfr1, pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2; la fase MOEfr3, pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-1; poseen vocación forestal;

Las fases MOEg1, MOEgp1 y MOEgr2 pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1; la fase MOEgr3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, poseen 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.

4.3.1.61 Consociación Pasac (orden Inceptisol): Andic Humudepts, familia medial sobre esquelética-arcillosa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070515. Símbolo MOF

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de la aldea Xejuyub, los caseríos Chituj, Pacanal, Pasac, Patzulim, Sajquim, Salac, Laguneta Pochó del municipio de Nahualá; en la aldea Guineales, caseríos Capujacaché La Buena Esperanza, Chiquibá, Chirijmasá, Chuachunup, Chuinagualate, Demaxajap, La Independencia, Maxanijá, Paculam, Paculam I, Palilic, Seyenabá, Xetulul Guineales del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Abarca una extensión de 1,742 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud media entre 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 20.1 °C, precipitación anual media de 3,827 mm y una altitud media de 1,094 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*). En la Figura 4.133 se observa que el uso de la tierra predominante es la agricultura con cultivo de café.



Figura 4.133. Lomas en el paisaje montaña volcano-erosional; en la fotografía se observa cultivo de café bajo sombra en el municipio de Nahualá (Foto: W. González, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez), en terrenos con pendientes que van de fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje montaña volcano-erosional en relieve de lomas.

La Consociación está compuesta por el suelo Andic Humudepts, familia medial sobre esquelética - arcillosa, isotérmica (PM 070515) en un 90% del total del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del suelo.

La Consociación Pasac, presenta las siguientes fases:

- **MOFd1:** fase por pendiente fuertemente inclinada (12-25%), erosión ligera (50 ha).
- **MOFdp1:** fase por pendiente fuertemente inclinada (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (1,328 ha).
- **MOFe2:** fase por pendiente ligeramente escarpada (25-50%), erosión moderada (79 ha).
- **MOFep1:** fase por pendiente ligeramente escarpada (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (285 ha).

En la Figura 4.134 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo. Posteriormente, se presenta una descripción completa del suelo en mención.

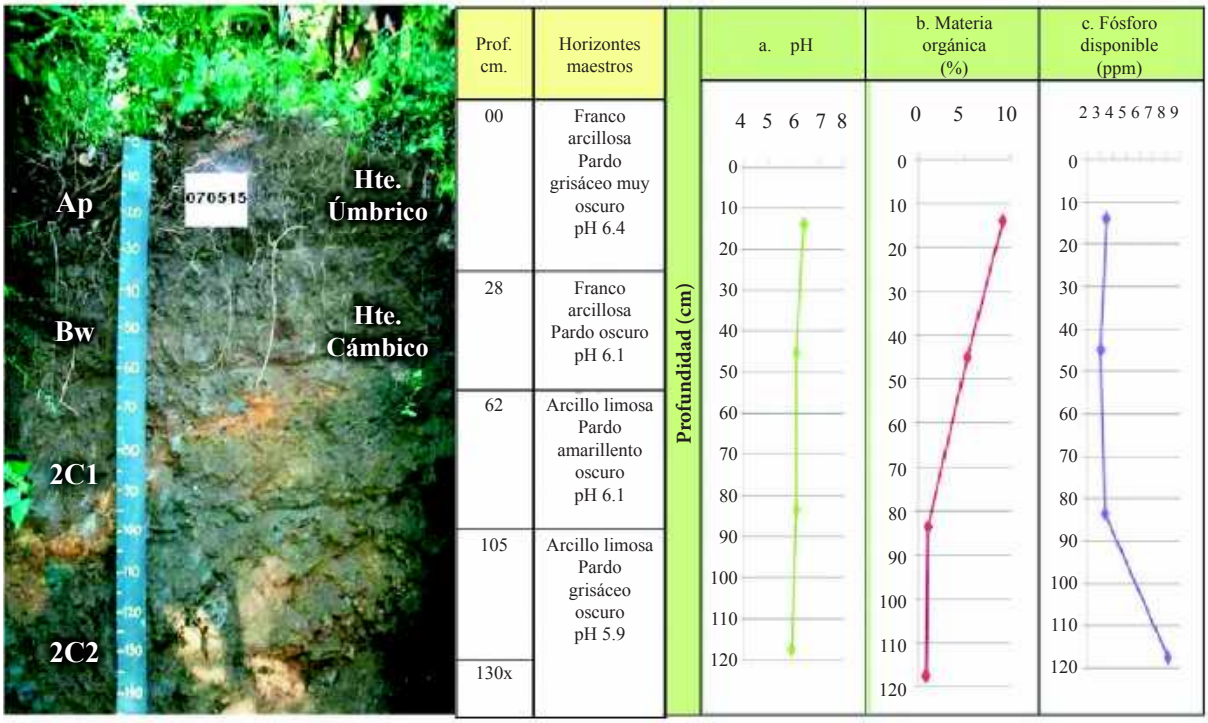


Figura 4.134. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 070515 de la Consociación Pasac; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070515

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070515:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Pasac
Símbolo	MOF

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humudepts, familia medial sobre esquelética - arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	Pasac
	Caserío, sector, sitio, finca	Pasac
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 0399681
		Latitud (Y):1620939
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4639
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
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		1,203 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	4,000 mm.
	Temperatura promedio anual	20.3 °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.	18.7 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-

Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café con sombrío, naranja, cítricos, aguacate, plátano
	Limitante del uso	No hay
Vegetación natural		Encino, gravilea
Describió		William Hernán González Martínez, Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		7-12-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 - 28 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limoso; poca piedra (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, continuos; muchas raíces medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
28 - 62 cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limoso; poca piedra (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, medianos y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.1, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
62 - 105 cm. 2C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limoso; abundante piedra (40%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, gruesos, 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 6.1, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
105 - 130x cm. 2C2	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limoso; abundante piedra (40%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo), consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, gruesos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, reacción moderadamente ácida.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070515:

Cuadro 4.153. Resultados de los análisis físicos del perfil 070515

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	0.73	1.52	100.7	34.90				17.20	33.96	18.02	51.97
28-62	0.73	1.58	116.4	46.67				27.53	32.23	21.56	53.80

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-28	17.70
28-62	19.14

Cuadro 4.154. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070515

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.
0-28	36.16	53.02	10.82	FL	FAr	10	6.4	4.79	9.11				3.50	7.90	Alta
28-62	29.97	54.52	15.51	FL	FAr	15	6.1	2.79	5.30				3.10		
62-105	34.55	52.17	13.28	FL	ArL	40	6.1	0.57	1.09				3.39		
105-130	39.11	49.83	11.06	FL	ArL	40	5.9	0.46	0.87				8.16		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-28	39.75	16.76	22.99	16.75	15.20	1.10	0.27	0.18	0.01	38.24	2.77	0.68	0.45	0.08
28-62	35.75	16.86	18.89	16.82	15.28	0.99	0.36	0.19	0.04	42.74	2.77	1.01	0.53	0.21
62-105	21.50	11.93	9.57	11.89	10.48	0.82	0.26	0.33	0.04	48.74	3.81	1.21	1.53	0.32
105-130	25.00	12.68	12.32	12.62	11.28	0.89	0.05	0.40	0.06	45.12	3.56	0.20	1.60	0.46

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-28	42.14	1.02	8.54	44.90	3.84	45.90	0.60	0.98		
28-62	47.05	0.54	2.70	30.80	3.74	40.90	0.49	0.71		
62-105	55.30	0.54	4.24	22.00	3.70					
105-130	50.48	0.26	3.72	20.80	2.10					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.134, los suelos presentan un perfil moderadamente evolucionado del tipo A–B–C. El primero es un horizonte Ap de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, con poca piedra, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el segundo horizonte es un Bw de color pardo oscuro, de textura franco arcillosa, poca piedra, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercero es un horizonte 2C1 de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo limosa, abundante piedra, sin estructura, masivo, consistencia firme; el último horizonte es un 2C2 de color pardo grisáceo oscuro, textura arcillo limosa, abundante piedra, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.153, la porosidad total es alta, en ella predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.154 y la Figura 4.134, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a moderadamente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es media en los dos primeros horizontes y alta en los demás; el contenido de materia orgánica es alto en los dos primeros horizontes y bajo en los demás.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos, el Potasio presenta valores medios, el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Zinc presenta altos valores en el primer horizonte, bajos en el segundo y medios en los restantes; el Cobre y el Manganeso presentan valores bajos. Según las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivados de cenizas volcánicas, con contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte. Presentan moderada retención de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y el aluminio activo. Son suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases media a alta y reacción ligeramente ácida a moderadamente ácida. Régimen de humedad del suelo údico, por lo que la distribución de lluvias es suficiente durante el año y permiten el cultivo continuo. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15.0 a 22.0°C, las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: pendientes fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo y pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada.

Las fases de estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial y erosión ligera; son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes.

Las fases de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, son de vocación agroforestal y silvopastoril, por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Para los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Estos suelos no se pueden mecanizar, si fuera necesario arar, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Manganeso.

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 MOFd1 y MOFdp1 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 MOFe2 y MOFep1, pertenecen a la clase VI, 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.

4.3.1.62 Consociación Chipacay (orden Inceptisol): Typic Dystrudepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040815. Símbolo MOG

La Consociación Chipacay se encuentra ubicada en inmediaciones de la finca San José Cacahuate, municipio de San Lucas Tolimán; abarca una extensión de 87 hectáreas. Esta unidad fue identificada y muestreada en el levantamiento de suelos efectuado en el departamento de Chimaltenango por lo que puede consultarse en MAGA-IGAC (2010).

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en 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 20.1 °C, precipitación media anual de 3,011 mm y una altitud media de 814 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*). Como se observa en la figura 4.135 el tipo de cobertura vegetal es bosque latifoliado y presencia de café bajo sombra en algunos sectores.



Figura 4.135. Lomas en paisaje de montaña volcano-erosional cubiertas de bosque latifoliado (Foto: C. García 2010).

Los suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez), producto de erupciones volcánicas antiguas y recientes, en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) en el paisaje de montaña volcano-erosional y en tipo de relieve de lomas.

La unidad cartográfica de suelos, está representada por un suelo Typic Dystrudepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 040815), en un 90% del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.
La Consociación Chipacay, presenta la siguiente fase:

- **MOGe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (87 ha).

En la Figura 4.136, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

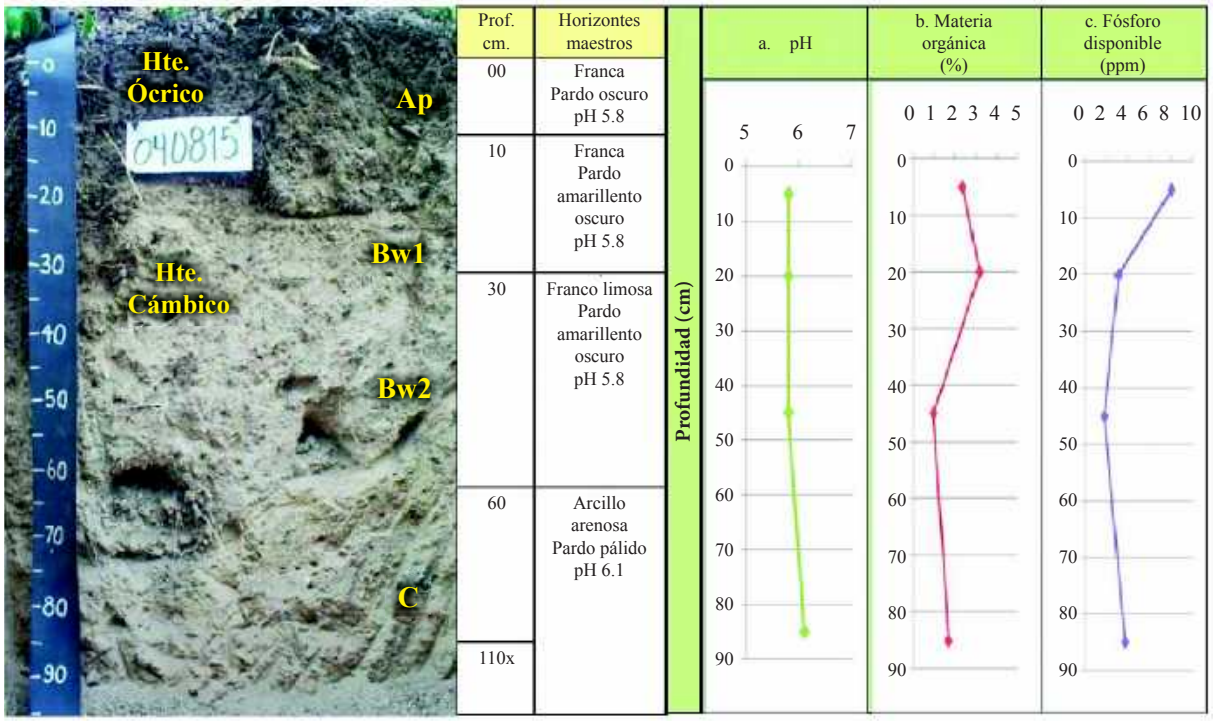


Figura 4.136. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Chipacay; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto M. Tum, 2009).

A). Descripción del perfil modal No. 040815

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040815 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponde a esa localización y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Sololá.

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chipacay
Símbolo		MOG
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Dystrudepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Miguel Pochuta
	Aldea	Chipacay
	Caserío, sector, sitio, finca	A 300 metros margen izquierdo del río Nicán
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 434933
		Latitud (Y): 1605360
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,067
	Línea de vuelo No.	455
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		868 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12–25%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	3,000 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-

Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	–
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	–
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	60 cm
	Limitante	Material compactado
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café con gravilea
	Limitante del uso	Material compactado, baja retención de humedad, pendiente fuertemente inclinada, erosión ligera
Cobertura natural		Encino
Describió		Manuel de Jesus Tum Canto
Fecha de descripción		14-04-2009

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 10 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregulares, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura bloques subangulares, finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros finos, medios y gruesos, tubulares, continuos; muchas raíces finas, medias y gruesas, vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.8 reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
10 – 30 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos, medios y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas, vivas de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 5.8 reacción moderadamente ácida; límite claro y ondulado.
30 – 60 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/3); textura de campo franco limosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos, medios y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes 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 5.8 reacción moderadamente ácida; límite claro y ondulado.
60 – 110x cm C	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en mojado, pegajosa y plástica; pocos poros medios, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF y al HCl, ligera 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 040815:

Cuadro 4.155. Resultados de los análisis físicos del perfil 040815

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	0.90	1.74	42.25	19.28				10.63	26.25	22.03	48.28
10 – 30	0.99	1.17	42.79	15.53				11.02	9.80	5.58	15.38
30 – 60	0.98	1.38	36.82	22.35				17.29	11.39	17.59	28.99

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 10	8.65
10 – 30	4.51
30 – 60	5.06

Cuadro 4.156. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040815

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 – 10	75.65	14.79	9.55	FA	F	10	5.8	1.23	2.34				7.99	6.00	Media
10 – 30	72.56	15.33	12.09	FA	F	15	5.8	1.67	3.17				3.12		
30 – 60	72.91	15.14	11.94	FA	FL	15	5.8	0.51	0.96				1.79		
60 – 110	73.78	13.65	12.56	FA	ArA		6.1	0.88	1.68				3.72		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 10	29.50	4.68	24.82	4.68	3.25	0.87	0.27	0.29		11.02	2.95	0.92	0.98	
10 – 30	18.50	5.01	13.49	5.01	3.38	1.09	0.26	0.29		18.25	5.88	1.40	1.54	
30 – 60	10.00	5.31	4.69	5.31	3.66	1.06	0.26	0.32		36.64	10.62	2.63	3.18	
60 – 110	14.00	5.80	8.20	5.80	3.63	1.38	0.39	0.41		25.94	9.84	2.78	2.90	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 10	15.86	1.85	0.34	61.70	0.76	32.1			
10 – 30	27.08	1.10	0.42	42.60	0.66	22.2	0.31	0.34	
30 – 60	53.08	0.35	0.09	24.60	0.56	20.6			
60 – 110	41.46	0.19	0.13	25.30	0.88				

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.136 los suelos de la unidad presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte Ap es de color pardo oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el horizonte Bw1 es de color pardo amarillento oscuro, textura

franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw2 es de color pardo amarillento oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C es de color pardo pálido, textura arcillo arenosa, sin estructura (grano suelto).

Como se observa en el Cuadro 4.155 la porosidad total es alta en el primer horizonte y baja en los siguientes, la macroporosidad domina en los dos primeros horizontes y la microporosidad domina en el tercero, la humedad aprovechable es muy baja.

Según el cuadro 4.156 y la Figura 4.136, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte y media en los siguientes, la saturación de bases es baja en los primeros dos horizontes, alta en el tercero y media en el último, el contenido de materia orgánica es medio en el segundo y bajo en los demás.

Con referencia a los cationes, el Calcio y el Potasio presentan valores medios, el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media en el primero y baja en los demás.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos y el Hierro presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivados de tefras, ceniza y pómez, con bajos contenidos de materia orgánica. Presentan moderada retención de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y el aluminio activo. Son suelos moderadamente superficiales, de texturas moderadamente gruesas, capacidad de intercambio de cationes alta a media, saturación de bases de baja a alta, la reacción varía de moderadamente ácida a ligeramente ácida. Presentan régimen de humedad del suelo údico, por lo que no permanecen secos por más de 90 días durante el año y permiten el cultivo continuo. La temperatura edáfica es isotérmica (15 a 22°C).

Estas tierras presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas (25–50%), poseen vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y/o sistemas silvopastoriles.

En estos suelos se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales por planta. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que poseen, por lo que es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

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 MOGe1 pertenece a la clase VI, 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.

4.3.1.63 Consociación Chirijmasa (orden Andisol): Typic Hapludands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070611. Símbolo MOH

La Consociación Chirijmasa se encuentra localizada en inmediaciones del caserío Chirijmasá y Palilic, en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; abarca una extensión de 44 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en 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 20.3 °C, precipitación media anual de 4,000 mm y una altitud media de 832 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*). En la Figura 4.137 se observan pastos.



Figura 4.137. Mesa en paisaje de montaña volcano-erosional, donde se observa pasto natural (Foto: W. González, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al tipo de relieve mesa, en el paisaje montaña volcano-erosional.

La unidad cartográfica está representada por el suelo Typic Hapludands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PM 070611) en un 90% del total del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Chirijmasá, presenta las siguientes fases:

- **MOHb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (27 ha).
- **MOHc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (17 ha).

En la Figura 4.138, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

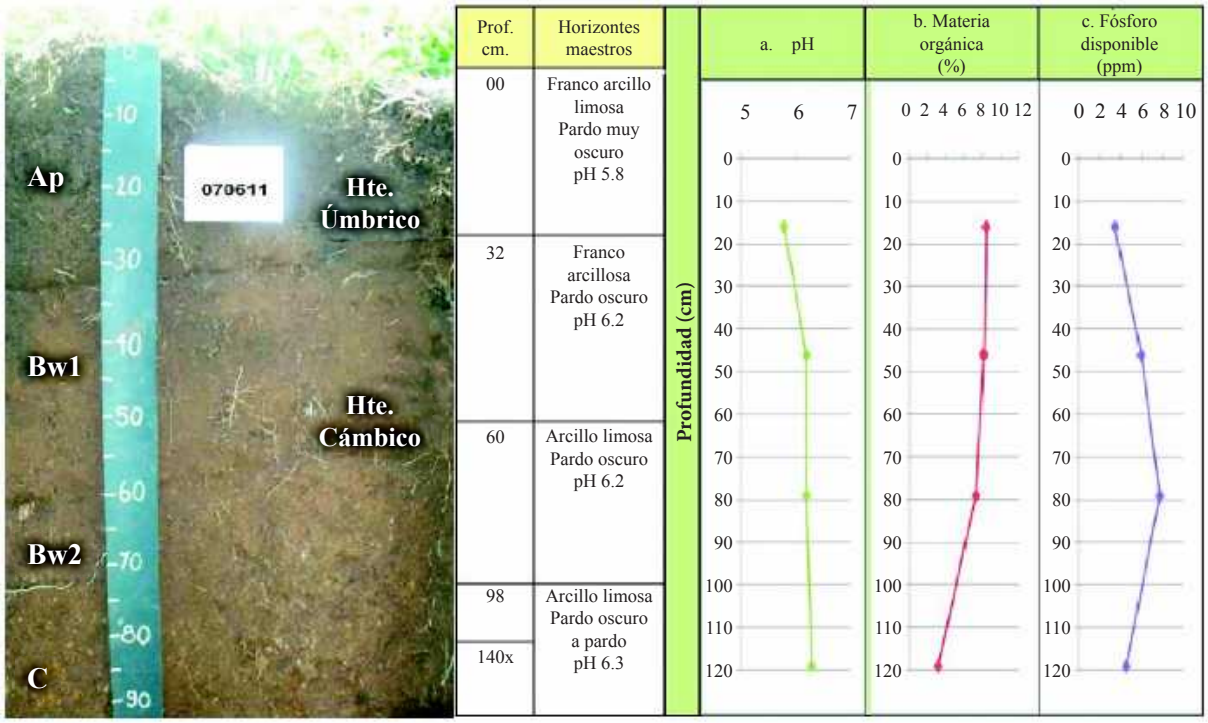


Figura 4.138. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación Chirijmasa; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070611

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070611:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chirijmasa
Símbolo		MOH
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Hapludands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Catarina Ixtahuacán
	Aldea	
	Caserío, sector, sitio, finca	Masá
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 403251
		Latitud (Y): 1619270
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4632
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Mesa
	Forma del terreno	Plano de Mesa
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		843 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3-7%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	4,000 mm.
	Temperatura promedio anual	20.9 °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.	20.9 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm.
	Limitante	Sin limitaciones

Uso	**Actual**	Ganadería
	Nombre de los cultivos	Pasto kikuyu, gramas naturales
	Limitante del uso	Erosión ligera
Vegetación natural		No hay
Describió		William Hernán González Martínez, Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		7-12-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0-32 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR2.5/2); textura de campo franco arcillo limosa 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 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, moderada al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite gradual y plano.
32-60 cm. Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y 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, moderada al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
60-98 cm. Bw2	Color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y 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, moderada al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
98-140x cm. C	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arcillosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo), consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y 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; 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 070611:

Cuadro 4.157. Resultados de los análisis físicos del perfil 070611

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
0-32	0.70	1.78	153.9	63.27				28.81	35.72	24.95	60.67
32-60	0.76	1.58	133	55.79				27.41	30.13	21.77	51.90

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-32	34.46			
32-60	28.38			

Cuadro 4.158. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070611

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.
0-32	43.14	52.31	4.56	FL	FArL		5.8	4.47	8.49				3.48	7.35	Alta
32-60	33.82	59.38	6.80	FL	FAr		6.2	4.33	8.22				5.97		
60-98	25.01	54.94	20.05	FL	ArL	5	6.2	3.87	7.36				7.72		
98-140	25.29	45.93	28.78	FAr	ArL	10	6.3	1.67	3.17				4.54		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-32	36.25	7.16	29.09	7.15	5.40	1.52	0.01	0.22	0.01	14.90	4.19	0.03	0.61	0.14
32-60	33.25	7.44	25.81	7.43	6.10	0.93	0.01	0.39	0.01	18.35	2.80	0.03	1.17	0.09
60-98	42.50	9.80	32.70	9.79	8.24	1.10	0.01	0.44	0.01	19.39	2.59	0.02	1.04	0.06
98-140	30.50	6.67	23.83	6.66	5.02	1.21	0.01	0.42	0.01	16.46	3.97	0.03	1.38	0.12

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-32	19.72	1.47	4.46	53.40	4.79	90.70	1.0	2.2		
32-60	22.35	1.26	2.90	47.50	3.71	85.40	1.1	0.64		
60-98	23.04	1.34	6.90	39.10	4.06					
98-140	21.84	0.68	6.00	20.90	5.33					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo a la Figura 4.138, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte Ap es de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, el Bw1 es de color pardo oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el horizonte Bw2 es de color pardo oscuro, textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C, de color pardo oscuro a pardo, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.157 la porosidad total es muy alta en el primero y alta en el segundo, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable varía de alta a media.

Según el Cuadro 4.158 y la Figura 4.138, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a ligeramente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es alto en los tres primeros horizontes y medio en el último.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos en el segundo y en el tercer horizonte y medios en los demás, el Magnesio presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad, el Potasio presenta valores bajos, el Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como alta.

Respecto a elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre y Manganeso valores bajos y el Zinc presenta valores medios en el primero, bajos en el segundo y altos en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivado de ceniza volcánica. Presentan alta adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo y altos contenidos de materia orgánica. Suelos profundos, texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción de moderada a ligeramente acida. Presentan régimen de humedad del suelo údico, por lo que no permanecen secos por más de 90 días durante el año por lo que permiten el cultivo continuo. La temperatura edáfica es isotérmica, entre los 15 a 22°C.

Las limitaciones presentes son: pendientes de ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente inclinadas (7-12%), texturas moderadamente finas sobre finas y erosión ligera.

Estas tierras son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas, intensivos y ganadería semi-intensiva.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Si se requiere arar, se recomienda realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos. Las actividades ganaderas deben realizarse en forma semi-intensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores altos de retención de fósforo, deben aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Manganeso.

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 MOHc1, pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-2; la fase MOHb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-1; 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.

4.3.1.64 Consociación Santa Anita (orden Inceptisol): Andic Eutrudepts, familia medial, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040812. Símbolo MOI

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de la finca Sajbiná, municipio de San Lucas Tolimán; caserío Caxoljuyup del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Abarca una extensión de 125

hectáreas. Esta unidad cartográfica 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).

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 2,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en 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 20.1 °C, precipitación media anual de 3,214 mm y una altitud media de 969 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*). Como se observa en la figura 4.139 el uso de la tierra predominante es la agricultura.



Figura 4.139. Vallecito en el paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observan tierras agrícolas con pedregosidad (Foto: C. García, 2010).

Los suelos se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), en el paisaje de montaña volcano-erosional y en tipo de relieve vallecito.

La unidad está compuesta por el suelo Andic Eutrudepts, familia medial, isotérmica (PM 040812) en un 90% del total del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Santa Anita, presenta la siguiente fase:

- **MOIcp1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (125 ha).

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

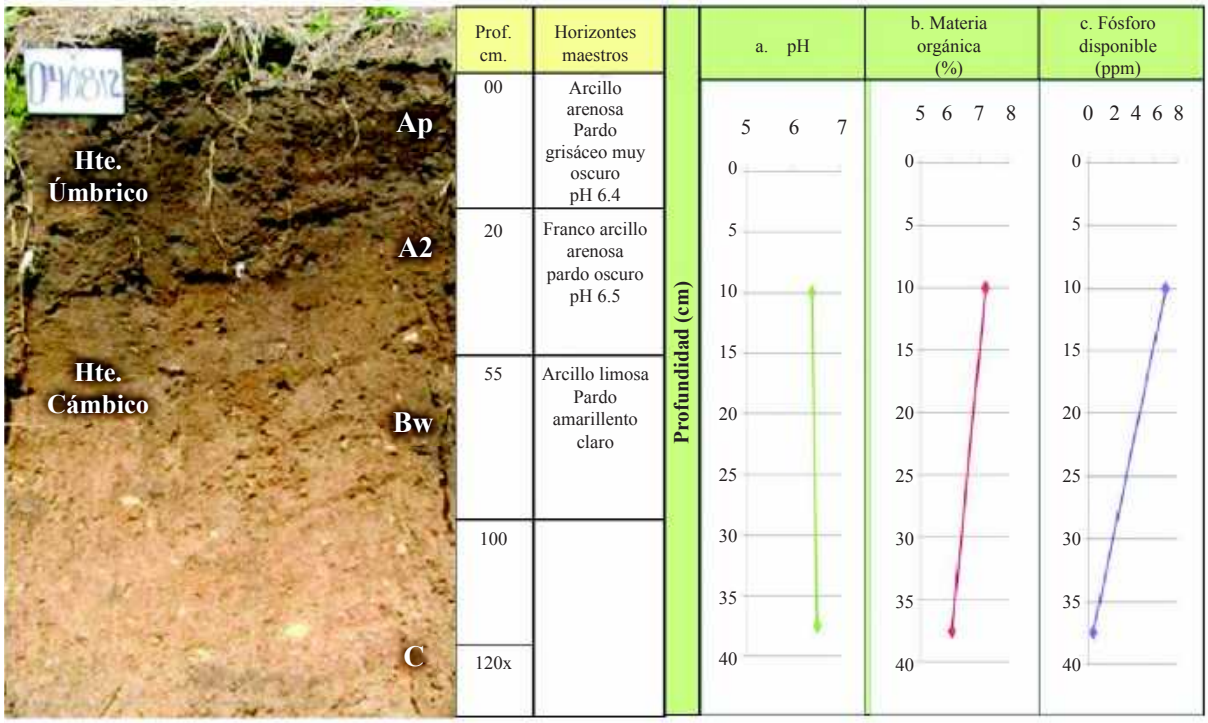


Figura 4.140. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el perfil modal 040812 de la Consociación Santa Anita; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: H. Corzo, 2007).

A). Descripción del perfil modal No. 040812

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040812 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponde a esa localización y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Sololá.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santa Anita
Símbolo		MOI
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Eutrudepts, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Miguel Pochuta
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Santa Anita
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 435774
		Latitud (Y): 1608172
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,006
	Línea de vuelo No.	453
	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		908 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	2,338 mm
	Temperatura promedio anual	20.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Pedregón
	Clase	Poca
	Superficie cubierta	2 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	100 cm.
	Limitante	Ascenso temporal del nivel freático.
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café, aguacate
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente inclinada
Vegetación natural		Encino
Describió		Hugo René Corzo Santiago
Fecha de descripción		03-08-2007

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2), con moteados de color pardo amarillento (10YR5/6), frecuentes (5%); textura de campo y de laboratorio arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos, tubulares, discontinuos, localizados entre los peds; pocas raíces, finas, vivas, con distribución normal, localizadas en horizontes; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al H_2O_2 y al HCl, pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
20 – 55 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3), con moteados pardo amarillento (10YR5/6), frecuentes (5%); textura de campo y de laboratorio franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros finos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, con distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF y al H_2O_2, no hay al HCl; pH 6.5 reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
55 – 100 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados, consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica, poros pocos, finos, tubulares, discontinuos, pocas raíces, finas, vivas, con distribución normal, localizadas en horizontes, poca actividad de macroorganismos, reacción moderada al NaF y al H_2O_2; límite claro y ondulado.
100 – 120x cm C	Horizonte afectado por el ascenso del nivel freático.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 040812:

Cuadro 4.159. Resultados de los análisis físicos del perfil 040812

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	0.89	1.69	65.03	56.71				26.29	6.06	41.28	47.34
20-55	0.82	1.06	61.29	60.03				30.31	0.47	22.18	22.64

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	30.42
20-55	29.72

Cuadro 4.160. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040812

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	54.01	6.80	39.19	ArA	ArA		6.4	3.79	7.20				7.02	7.78	Alta
20-55	49.29	26.12	24.59	FArA	FArA		6.5	3.19	6.06				0.40		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	21.25	4.61	16.64	4.61	2.05	1.84	0.53	0.19		9.65	8.66	2.49	0.89	
20-55	12.75	19.82		19.82	15.00	2.75	1.85	0.22		117.65	21.57	14.51	1.73	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn	
0-20	21.69	2.90	2.70	205.00	2.00	48.00
20-55	SAT	2.60	2.00	77.00	9.00	

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.140, el suelo presenta un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, el horizonte Ap es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el horizonte A2 es de color pardo oscuro, con frecuentes moteados de color pardo amarillento, textura franco arcillo arenosa, estructura bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw es de color pardo amarillento claro, textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.159 la porosidad total es alta en el primer horizonte y baja en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y media en el segundo.

Según el Cuadro 4.160 y la Figura 4.140, la reacción del suelo es ligeramente acida. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte y media en el segundo, la saturación de bases es baja en el primer horizonte y alta en el segundo, el contenido de materia orgánica es alto.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores alto, el Calcio presenta valores bajos en el primer horizonte y altos en el segundo, el Magnesio presenta valores medios. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Zinc presenta valores bajos, el Cobre presenta valores medios, el Hierro presenta valores altos y el Manganeso presenta valores bajos en el primer horizonte y altos en el segundo. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo, poseen altos contenidos de materia orgánica. Son suelos moderadamente profundos, de texturas moderadamente finas, capacidad de intercambio de cationes es alta a media, saturación de bases de baja a alta y reacción ligeramente ácida. Presentan régimen de humedad del suelo údico, por lo que no permanecen secos por más de 90 días durante el año por lo que permiten el cultivo continuo y temperatura edáfica isotérmica entre los 15 a 22°C.

Estas tierras están limitadas por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y pedregosidad superficial. Son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas tanto anuales como perennes.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Si fuera necesario arar, se recomienda realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a la fertilidad, es necesario mantener el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Zinc y Cobre.



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 MOIcp1 pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-1, 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.

4.3.1.65 Consociación La Torre (orden Andisol): Typic Hapludands, familia ceniza, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040814. Símbolo MCA

La Consociación La Torre se encuentra localizada en la comunidad Porvenir, del municipio de San Lucas Tolimán; abarca una extensión de 209 hectáreas. Esta unidad fue muestreada e identificada en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010) y continúa en la presente unidad cartográfica del departamento de Sololá.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "templado muy húmedo a templado húmedo" (Código C), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 17.1 a 20.7 °C y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud media entre 1,000 y 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 20.0 °C, precipitación media anual de 1,802 mm y una altitud media de 1,258 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). En la figura 4.141 se observa la cobertura de bosque latifoliado con áreas pequeñas de agricultura.



Figura 4.141. Filas y vigas en paisaje de montaña volcano-erosional, donde se observa bosque de latifoliadas (Foto: C. García, 2010)

La inclusión de la Consociación corresponde al suelo Typic Hapludands, familia medial, isotérmica (PM 040809) en un 20%, el cual se caracteriza por ser un suelo profundo, bien drenado, textura moderadamente fina, fertilidad alta y erosión ligera. Este suelo fue identificado en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010) y su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

La Consociación La Torre, presenta las siguientes fases:

- **MCAf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50 – 75%), erosión ligera (91 ha).
- **MCAf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50 – 75%), erosión moderada (118 ha).

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

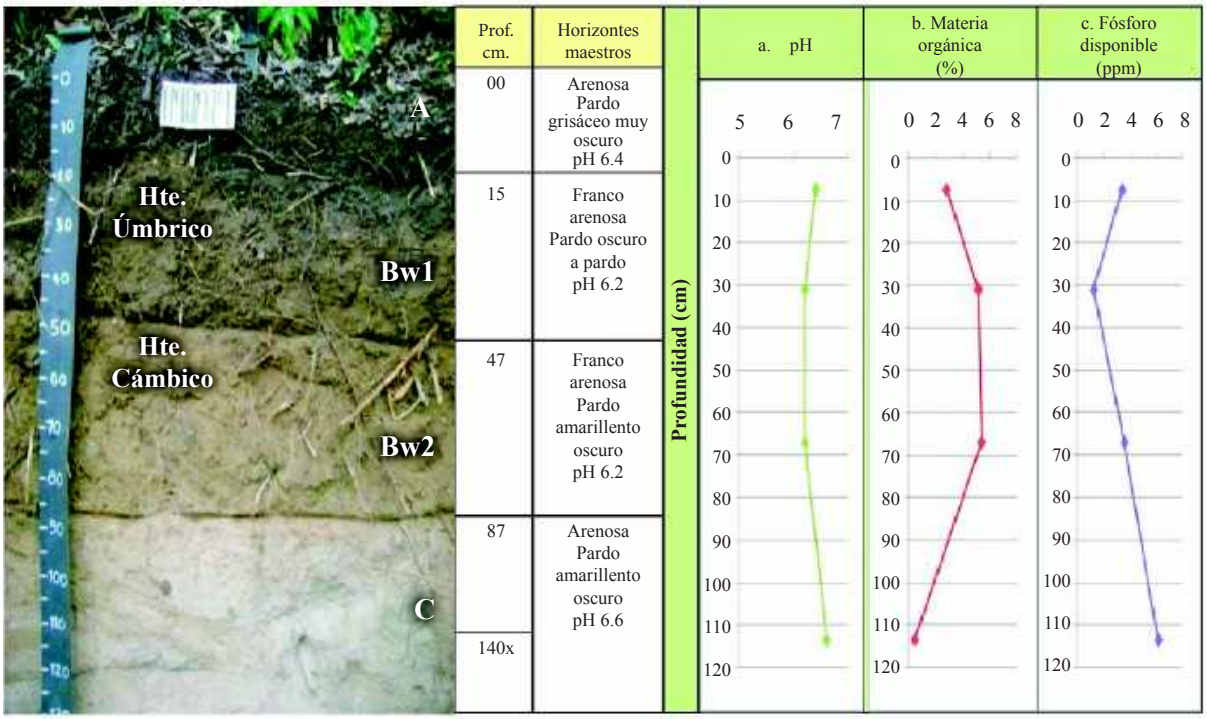


Figura 4.142. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal de la Consociación La Torre; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2009)

A). Descripción del perfil modal No. 040814

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040814 que fue identificado originalmente en el departamento de Chimaltenango (ver MAGA-IGAC, 2010), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponde a esa localización y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Sololá.

Tipo de Perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Torre
Símbolo		MCA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Umbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Hapludands, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	San Miguel Pochuta
	Aldea	–
	Caserío, sector, sitio, finca	La Torre, 5 km del campamento
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 438415
		Latitud (Y): 1600444
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4,154
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclastos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		639 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo a templado húmedo
	Precipitación promedio anual	3,227 mm
	Temperatura promedio anual	22.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	–
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	–
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada
Vegetación natural		Chichipate, ceibillo, encino, pino
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		14-04-2009

Vegetación natural	**Chichipate, ceibillo, encino, pino**
0 – 15 cm A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arenosa y de laboratorio arenosa franca; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos, irregulares, 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 6.4 reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
15 – 47 cm Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros gruesos, irregulares, continuos; muchas raíces finas y gruesas, vivas de distribución normal; frecuente 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 ondulado.
47 – 87 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo y laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces medias y gruesas, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2 reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
87 – 140x cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces finas, vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, 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 040814:

Cuadro 4.161. Resultados de los análisis físicos del perfil 040814

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	0.75	1.49	79.78	18.72				10.21	38.01	11.65	49.66
15 – 47	0.72	2.02	104.63	30.94				19.35	45.33	19.03	64.36
47 – 87	0.63	1.69	92.27	32.51				16.78	40.62	22.10	62.72

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 15	8.51
15 – 47	11.59
47 – 87	15.73

Cuadro 4.162. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040814

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	84.06	10.60	5.34	AF	A	10	6.4	1.48	2.81				3.39	6.01	Media
15 – 47	62.69	16.59	10.71	FA	FA	10	6.2	2.72	5.17				1.24		
47 – 87	70.84	16.30	12.86	FA	FA	10	6.2	2.84	5.39				3.58		
87 – 140	65.23	15.05	9.72	FA	A	15	6.6	0.25	0.48				6.16		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 15	7.00	5.69	1.31	5.69	4.32	0.98	0.12	0.27		61.71	14.05	1.65	3.83	
15 – 47	18.50	6.69	11.81	6.69	5.06	1.26	0.09	0.28		27.37	6.81	0.47	1.51	
47 – 87	23.00	4.88	18.12	4.88	3.54	1.01	0.07	0.27		15.37	4.39	0.29	1.16	
87 – 140	13.00	2.11	10.89	2.11	0.92	0.27	0.45	0.48		7.08	2.04	3.47	3.67	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0 – 15	81.24	0.61	1.21	50.60	3.6	20.6	0.23	0.27	
15 – 47	36.16	1.02	0.71	61.00	0.48	54.9	0.79	1.3	
47 – 87	21.22	1.27	0.20	57.90	0.44	81.8	0.7	1.5	
87 – 140	16.25	0.23	0.16	21.20	0.29				

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo a la Figura 4.142, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, el Bw1 es de color

pardo oscuro a pardo, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizontes Bw2 es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte C es de color pardo amarillento oscuro, textura arenosa, sin estructura (masivo).

Como se observa en el Cuadro 4.161 la porosidad total es alta en el primer horizonte y muy alta en los demás, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja en el primer horizonte y baja en profundidad.

Según el Cuadro 4.162 y la Figura 4.142, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es baja en el primer horizonte, alta en el tercero y media en los demás, la saturación de bases es alta en el primero, media en el segundo y baja en los siguientes, el contenido de materia orgánica es bajo en el primero y cuarto horizonte y alto en los demás.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en los primeros horizontes y valores bajos en el cuarto, el Magnesio y Potasio presentan valores bajos, el Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre, Zinc y Manganeso presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivados de ceniza volcánica. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo, con contenidos de materia orgánica bajos en el primer horizonte y altos en el segundo y tercero. Suelos profundos, texturas moderadamente gruesas, capacidad de intercambio de cationes baja a media, saturación de bases de alta a baja y la reacción de ligeramente ácida a neutra. Presentan régimen de humedad del suelo údico, por lo que no permanecen secos por más de 90 días durante el año por lo que permiten el cultivo continuado. La temperatura edáfica es isotérmica entre los 15 a los 22°C.

Las principales limitantes son las pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera a moderada. Estas tierras son de vocación forestal y tienen aptitud para actividades forestales: establecimiento de plantaciones forestales y manejo productivo de bosque natural existente.

Es necesario 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, es necesario que se conserve la hojarasca para disminuir la erosión, es recomendable la realización de acequias. 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, las fases MCAf1 y MCAf2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-3, tierras con vocación forestal.

Para conocer las especies 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.

4.3.1.66 Grupo Indiferenciado Tamalaj (orden Andisol y Molisol): Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, amórfica, isotérmica, perfil modal 071805; Vitric Hapludands, familia medial sobre esquelética-francosa, isotérmica, perfil modal 071304 y Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071306. Símbolo MCB

El grupo indiferenciado Tamalaj, está ubicado a inmediaciones de las fincas Las Amalias, El Porvenir, Santo Tomás Perdido, San Jorge Quiacasiguán, cerro Tamalaj del municipio de San Lucas Tolimán; a inmediaciones del caserío Chituj y Chirijalimá del municipio del municipio de Nahualá; parte alta del Volcán San Pedro, paraje Xeracantzi del municipio de San Pedro La Laguna; parte media del volcán Atitlán en el municipio de Santiago Atitlán. Abarca un área de 1,987 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semicálido muy húmedo a frío húmedo" (Código C), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 24.3 °C y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a más de 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en un rango de altitud media de 600 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 17.8 °C, precipitación media anual de 2,405 mm y una altitud media de 1,527 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 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*). Como se observa en la Figura 4.143 el uso de la tierra es agricultura y bosque latifoliado.



Figura 4.143. Cañones y cañadas en estrato-volcán, paisaje de montaña volcano-erosional, con especies vegetales como encino (Foto: J. del Cid, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%) correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional y tipo de relieve estrato volcán.

La unidad cartográfica está compuesta por tres suelos modales: Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, amórfica, isotérmica (PM 071805) en un 40%, Vitric Hapludands, familia medial sobre esquelética - francosa, isotérmica (PM 071304) en un 30% y Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 071306) en un 30% del total del área.

El grupo indiferenciado Tamalaj, presenta las siguientes fases:

- **MCBep3:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (47 ha).
- **MCBfp3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), abundnate pedregosidad superficial, erosión severa (1,457 ha).
- **MCBgp3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (483 ha).

- ***Suelo Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, amórfica, isotérmica perfil modal 071805***

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

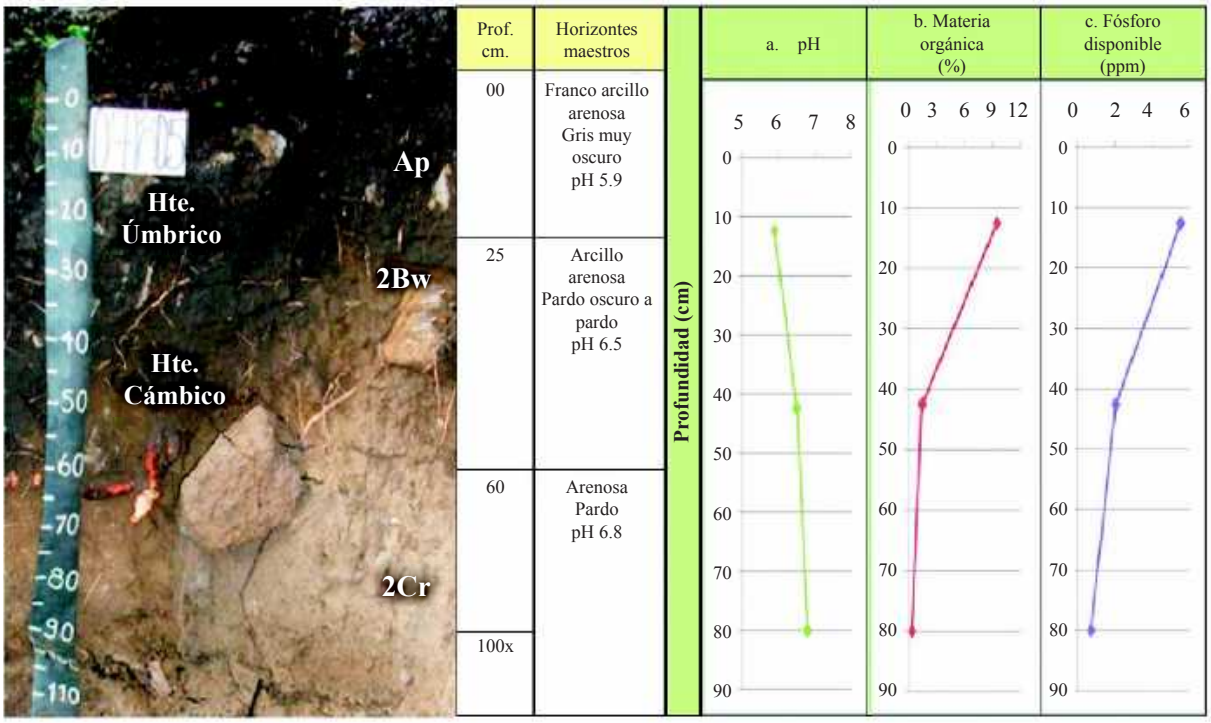


Figura 4.144. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal del grupo indiferenciado Tamalaj; las gráficas muestran el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071805

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071805:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Tamalaj
Símbolo		MCB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética - arenosa, amórfica, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Pedro la Laguna
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Carretera asfaltada que va de San Pedro La Laguna a Santiago Atitlán, a 400 metros a la izquierda de la carretera
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 415992
		Latitud (Y): 1622614
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2194
	Línea de vuelo No.	449
	Bloque No.	04
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		1,975 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido muy húmedo a frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,073 mm.
	Temperatura promedio anual	15.3 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.7 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento a medio
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Muy poca (<5 % del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	No hay
Nivel freático	**Clase**	-
	Profundidad	Piedra
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	Mediana
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	60 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, déficit de agua en época seca, drenaje moderadamente excesivo, mediana pedregosidad superficial, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión severa
Vegetación natural		Encino, ilamo
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		15-09-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra y pedregón (20%), subredondeada e irregular; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos y medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.9, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
25 – 60 cm. 2Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra y pedregón (40%), subredondeada; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; muchas 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 gradual y ondulado.
60 – 100x cm. 2Cr	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra y pedregón (60%), subredondeada; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas y gruesas, vivas, de distribución normal; poca 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 071805

Cuadro 4.163. Resultados de los análisis físicos del perfil 071805

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	0.79	1.47	80.77	18.35				6.21	35.75	10.51	46.26
25-60	0.90	1.57	87.98	70.60				10.40	8.43	34.24	42.68

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	12.14			
25-60	60.20			

Cuadro 4.164. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071805

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	57.47	41.02	1.51	FA	FArA	20	5.9	4.99	9.48				5.52		
25-60	49.68	46.76	3.56	FA	ArA	40	6.5	0.76	1.44				2.03	7.68	Alta
60-100	66.79	31.75	1.47	FA	A	60	6.8	0.20	0.38				0.70		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	22.50	11.27	11.23	11.20	8.86	0.99	1.09	0.26	0.07	39.38	4.40	4.84	1.16	0.62
25-60	17.50	4.89	12.61	4.84	2.70	1.50	0.45	0.19	0.05	15.43	8.57	2.57	1.09	1.0
60-100	12.50	6.22		56.17	54.80	0.54	0.63	0.20	0.05	38.40	4.32	5.04	1.60	0.09

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	49.78	0.61	0.20	40.15	1.00	47.60	1.60	1.00		
25-60	27.66	0.96	0.20	41.03	1.00	53.00	1.50	1.30		
60-100	49.36	0.44	0.20	18.29	1.00					

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 química.

- ***Suelo Vitric Hapludands, familia medial sobre esquelética - francosa, isotérmica, perfil modal 071304***

En la Figura 4.145, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

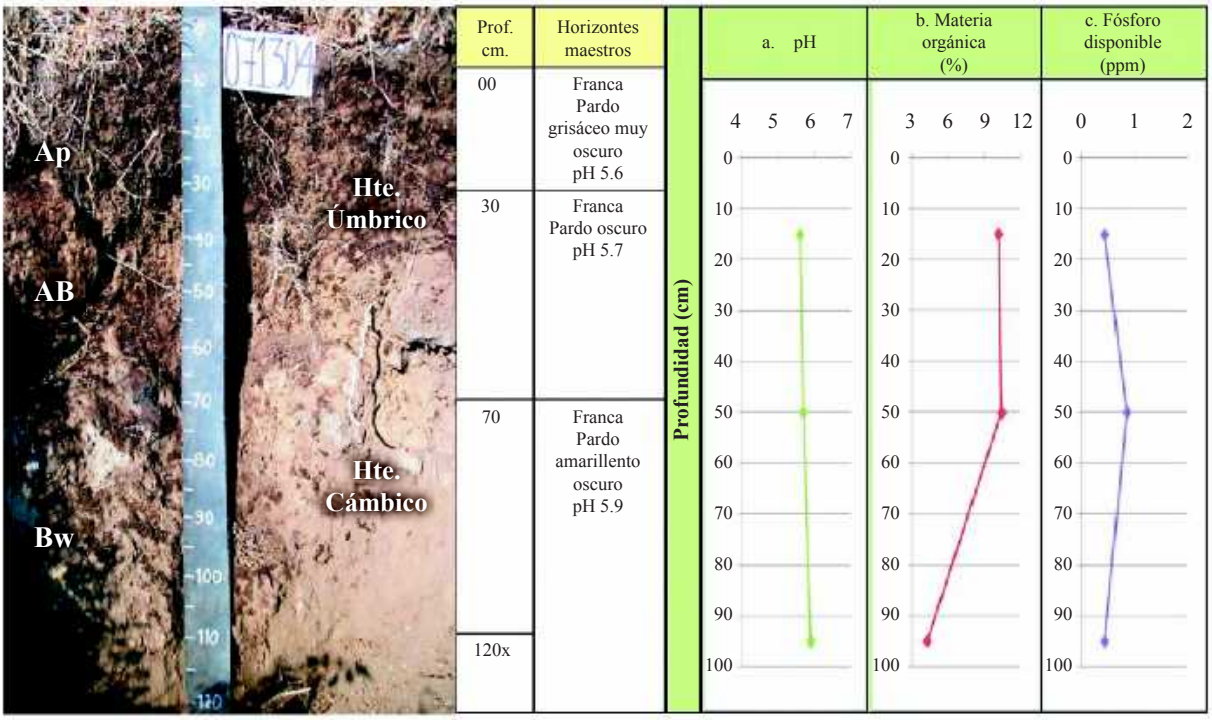


Figura 4.145. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal 071304 del grupo indiferenciado Tamalaj; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2011)

C). Descripción del perfil modal No. 071304

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071304:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Tamalaj
Símbolo		MCB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitric Hapludands, familia medial sobre esquelética - francosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Loma Larga
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 431749
		Latitud (Y): 1608813
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2008
	Línea de vuelo No.	454
	Bloque No.	04
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		988 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido muy húmedo a frío húmedo
	Precipitación promedio anual	3,000 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °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.	23 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra, pedregón
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	70
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agroforestería
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Pendiente ligeramente escarpada, erosión severa
Vegetación natural		No se encuentra
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		20-08-2010

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 arenosa; poca grava (5%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; frecuente 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.
30 – 70 cm. AB	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca grava (5%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y finos, 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; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.7, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
70 – 120x cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; piedra muy abundante (60%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 5.9, reacción moderadamente ácida.

D). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071304

Cuadro 4.165. Resultados de los análisis físicos del perfil 071304

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	0.71	1.74	54.26	42.86				20.54	12.44	46.76	59.20
30-70	0.78	1.61	56.15	45.36				12.08	9.91	41.65	51.55

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	22.32			
30-70	33.28			

Cuadro 4.166. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071304

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.
0-30	54.99	44.84	0.18	FA	F	5	5.6	5.40	10.26				0.43	6.58	Media
30-70	58.5	41.33	0.17	FA	F	5	5.7	5.52	10.49				0.86		
70-120	63.31	36.52	0.17	FA	F	60	5.9	2.26	4.29				0.43		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	50.70	6.69	44.01	6.69	5.68	0.77	0.20	0.04		11.20	1.53	0.39	0.08	
30-70	45.00	9.15	35.85	9.15	7.90	1.02	0.17	0.05		17.56	2.27	0.39	0.11	
70-120	28.48	1.77	26.71	1.77	1.34	0.33	0.08	0.03		4.70	1.16	0.28	0.09	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	13.19	0.10	1.70	2.60	11.60	95.30	1.70	1.20		
30-70	20.33	0.15	6.75	5.15	14.50	67.6	2.50	1.50		
70-120	6.22	0.70	0.30	9.00	8.60					

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 química.

- ***Suelo Typic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica, perfil modal 071306***

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

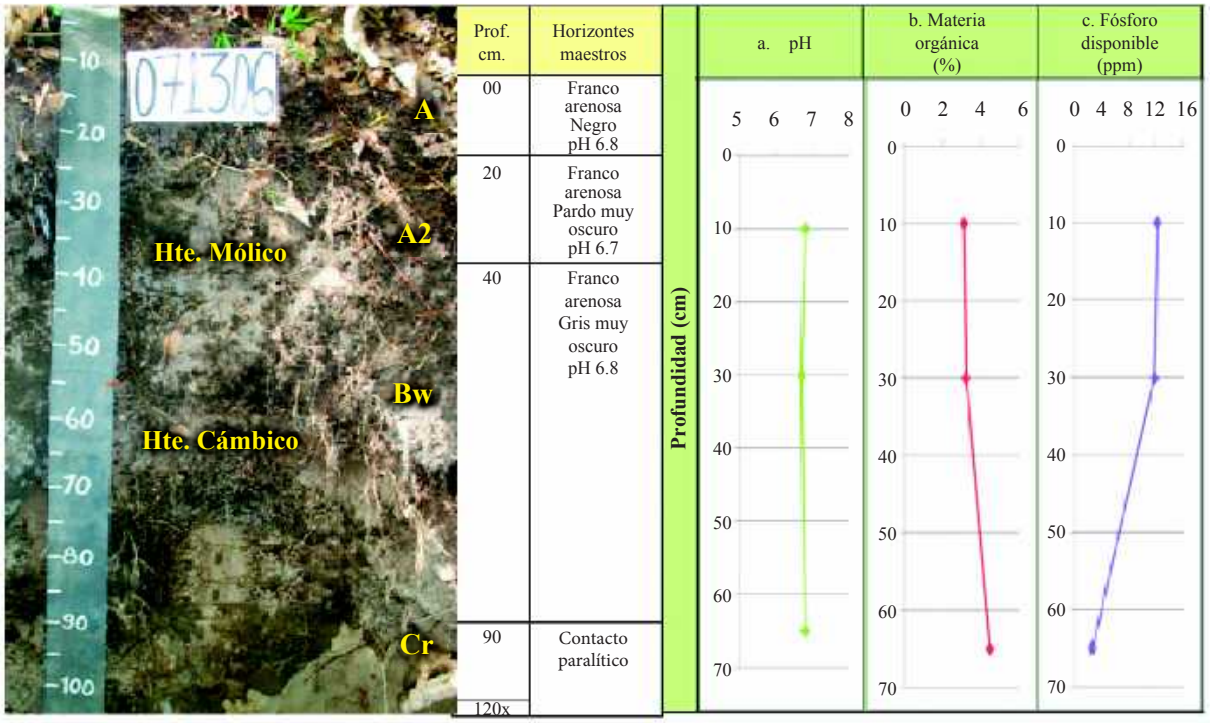


Figura 4.146. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal 071306 del grupo indiferenciado Tamalaj; las gráficas de comportamiento de pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

E). Descripción del perfil modal No. 071306

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071306:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Grupo Indiferenciado Tamalaj
Símbolo	MCB

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia franca gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Pampojilá
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 431916
		Latitud (Y): 1615062
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2371
	Línea de vuelo No.	452
	Bloque No.	04
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		1,534 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpadas
	Rango	25 – 50 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido muy húmedo a frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,495 mm.
	Temperatura promedio anual	19.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.8 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Poca
	Superficie cubierta	3 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente profunda
	Profundidad	90 cm.
	Limitante	Contacto paralítico
Uso	**Actual**	Protección y conservación
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Erosión severa
Vegetación natural		Encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		17-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (20%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite difuso.
20 – 40 cm. A2	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (30%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, 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 6.7, reacción neutra; límite difuso.
40 – 90 cm. Bw	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (25%) irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y plano.
90 – 120x cm. Cr	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6), contacto paralítico.

F). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071306

Cuadro 4.167. Resultados de los análisis físicos del perfil 071306

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	0.97	1.09	49.25	40.45				4.11	1.97	9.04	11.01
20-40	1.08	1.53	42.74	34.65				6.25	5.57	23.84	29.41
40-90	1.26	1.38	48.46	39.16				6.70	1.67	7.03	8.70

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	36.34			
20-40	28.40			
40-90	32.46			

Cuadro 4.168. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071306

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	67.59	31.67	0.73	FA	FA	20	6.8	1.62	3.08				12.22	6.99	Alta
20-40	64.15	35.10	0.76	FA	FA	30	6.7	1.68	3.19				11.73		
40-90	64.98	34.28	0.74	FA	FA	25	6.8	2.34	4.45				2.54		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	8.54	6.17	2.37	6.17	3.92	1.29	0.94	0.02		45.84	15.15	11.01	0.23	
20-40	9.68	7.17	2.51	7.17	5.32	0.83	0.84	0.18		54.98	8.55	8.66	1.86	
40-90	13.67	9.22	4.45	9.22	6.08	1.06	2.01	0.06		44.50	7.74	14.74	0.44	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	72.23	16.75	1.90	37.45	30.05	17.60	0.38	0.54		
20-40	74.05	1.25	1.80	31.20	32.50	18.30	0.34	0.52		
40-90	67.41	0.45	1.90	23.95	23.05	34.90				

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 química.

G). Interpretación de la morfología y los resultados de laboratorio

Perfil modal 071805

De acuerdo con la Figura 4.144, los suelos son de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte Ap tiene color gris muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2Bw es de color pardo oscuro a pardo, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2Cr es de color pardo, textura arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia suelta.

Como se observa en el Cuadro 4.163 en el primer horizonte domina la macroporosidad y la porosidad total es alta; en el segundo horizonte domina la microporosidad y la porosidad total es media. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy alta en el segundo.

Según el Cuadro 4.164 y la Figura 4.144, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte, media en los siguientes, la saturación de bases varía de media a baja, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y bajo en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el segundo y altos en los demás, el Magnesio presenta valores bajos, el Potasio presenta valores altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos y el Hierro presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Perfil modal 071304

De acuerdo con la Figura 4.145 y la morfología del perfil, los suelos son moderadamente evolucionados del tipo A – B. El horizonte Ap tiene color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte transicional AB es de color pardo oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw es de color pardo amarillento oscuro, textura franca, estructura bloques subangulares, consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.165 la porosidad total es alta, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es media en el primer horizonte y alta en el segundo.

Según el Cuadro 4.166 y la Figura 4.145, la reacción del suelo es moderadamente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es alto en los primeros horizontes y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el primer horizonte, altos en el segundo y bajos en el tercero, el Magnesio y el Potasio presentan valores bajos, el Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como alta.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Hierro presentan valores bajos y el Manganeso presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

Perfil modal 071306

De acuerdo con la Figura 4.146, los suelos son de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte A tiene color negro, de textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el horizonte A2 es de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte Bw es de color gris muy oscuro, textura franco arenosa, estructura bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte C es de color pardo amarillento, presenta fragmentos y roca suelta.

Como se observa en el Cuadro 4.167 la porosidad total es baja, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 4.168 y la Figura 4.146, la reacción del suelo es neutra, la capacidad de intercambio de cationes es baja en los primeros horizontes, media en profundidad, la saturación de bases es alta, el contenido de materia orgánica es medio.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en los dos primeros horizontes y altos en el tercero, el Magnesio presenta valores bajos y el Potasio presenta valores altos, el Fósforo disponible presenta valores medios en los dos primeros horizontes y bajo en profundidad, la retención de fósforo varía de baja a media.

Respecto a elementos menores, el Hierro y el Manganeso presentan valores altos, el Cobre presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en los siguientes, Zinc presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

H). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo

Las características principales y las recomendaciones generales para uso y manejo son tomadas del

perfil con mayor presencia en la unidad cartográfica que es el suelo Vitric Haplustands, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, amórfica, isotérmica (PM 071805).

Suelos minerales de evolución moderada, derivados de cenizas volcánicas, presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo, el contenido de materia orgánica es alto en superficie. Son suelos moderadamente superficiales a moderadamente profundos, texturas finas sobre gruesas, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, saturación de bases media a baja y reacción de moderadamente acida a neutra. Algunas áreas presentan régimen de humedad údico y otras áreas régimen de humedad ústico; la temperatura edáfica oscila entre isomésica (8 a 15 °C) e isotérmica (15 a 22°C).

Las principales limitantes son las pendientes de ligeramente escarpadas a fuertemente escarpadas, erosión severa, pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil, suelos moderadamente superficiales y moderadamente profundos, deficientes precipitaciones en un semestre del año en algunas áreas.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75%), ubicadas en cañones y cañadas, presentan un alto riesgo de erosión, por lo que poseen la vocación de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

La fase de estos suelos con pendientes fuertemente escarpadas (>75%) es de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Es necesario mantener la cobertura vegetal como protección al impacto de la gota de lluvia y así evitar la erosión hídrica; asimismo, es importante aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda mantener la hojarasca en superficie y construir barreras vivas o muertas; así como incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Deben establecerse planes de control de incendios forestales.

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

I). 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 MCBep3 pertenece a la clase VII, subclase VII e y grupo de manejo VII e-2; la fase MCBfp3, pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-2; poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad. La fase MCBgp3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa y de la biodiversidad.

Para conocer las especies 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.

4.3.1.67 Grupo Indiferenciado Cascadas de Nicá (orden Andisol y Molisol): Typic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isohipertérmica, perfil modal 071905 y Vitrandic Haplustolls, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 030311. Símbolo MCC

Este grupo indiferenciado se encuentra localizado en inmediaciones de los caseríos Chirijmasá, Chirimajmasa Guineales, Chimicosa, Pualaj, Xexac del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; fincas Las Cascadas de Nicá y Mónica del municipio de Santiago Atitlán; el caserío Chuituj del municipio de Nahualá y la colonia María Tecún en el municipio de Sololá. Abarca una extensión de 1,656 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semicálido muy húmedo a frío húmedo" (C), que se caracteriza por presentar un rango de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 24.3 °C y un rango de precipitaciones medias de 1,000 a mas de 4,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud media entre 600 y 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 19.2 °C, precipitación media anual de 3,264 mm y una altitud media de 1,253 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*); y dentro de la zona de vida 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.



Figura 4.147. Cañones y cañadas en paisaje de montaña volcano-erosional, donde se observa el bosque mixto (Foto: C. García, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondiente al tipo de relieve cañones y cañadas del paisaje de montaña volcano-erosional.

La unidad cartográfica está representada por dos suelos modales, el primero del tipo Typic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética- arenosa, isohipertérmica (PM 071905) con un 60% y el suelo Vitrandic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PM 030311) representa el 40% del total del área.

El Grupo Indiferenciado Cascadas de Nicá, presenta las siguientes fases:

- **MCCf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (46 ha).
- **MCCfp3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (672 ha).
- **MCCgp3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (938 ha).

- ***Suelo Typic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética- arenosa, isohipertérmica, perfil modal 071905***

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

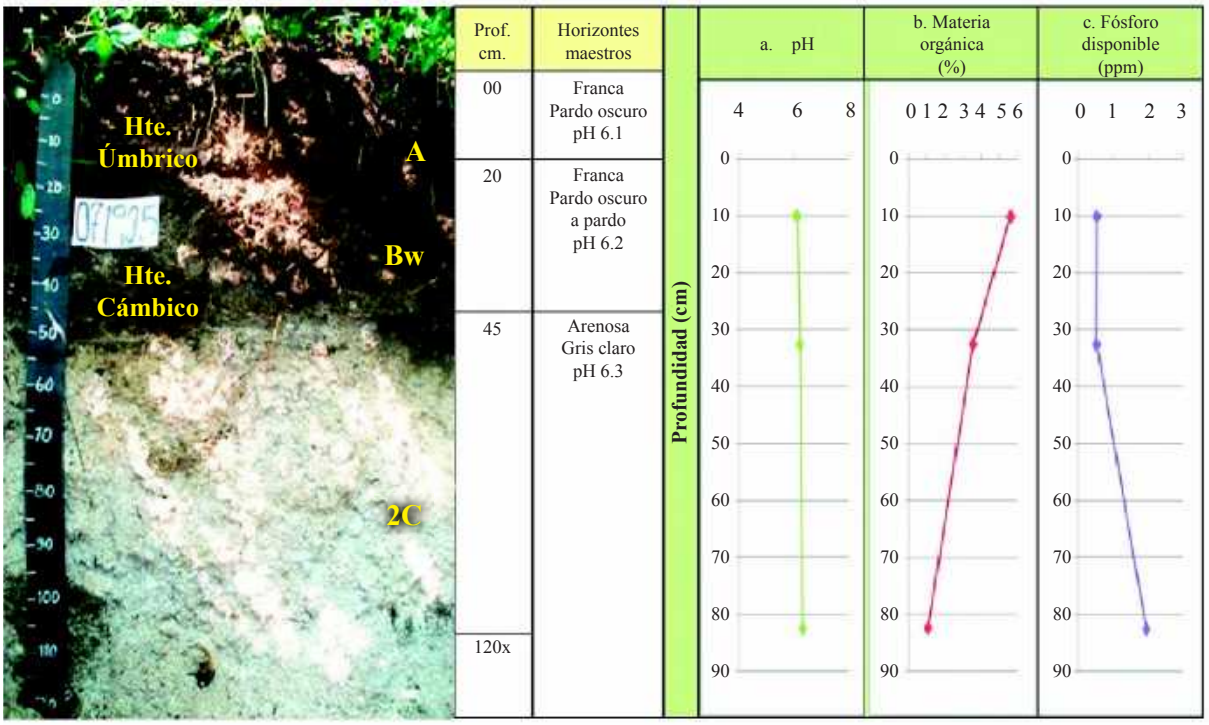


Figura 4.148. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el perfil modal 071905 del grupo indiferenciado Cascadas de Nicá; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071905

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071905:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Grupo Indiferenciado Cascadas de Nicá
Símbolo	MCC

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santiago Atitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Quebrada Cascadas de Nicá
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 416366
		Latitud (Y): 1609928
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4557
	Línea de vuelo No.	453
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Laderas
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		788 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido muy húmedo a frío húmedo
	Precipitación promedio anual	4,500 mm.
	Temperatura promedio anual	21.9 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm.	21.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	45 cm.
	Limitante	Contacto paralítico
Uso	**Actual**	Bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, piedra pómez, erosión severa
Vegetación natural		Chaperno, palo blanco, cedrillo
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		20-10-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca 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 friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medios, tubulares, continuos; frecuentes 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 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franca 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; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes 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 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
45 – 120x cm. 2C	Color en húmedo gris claro (10YR7/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa, extremadamente abundantes fragmentos de piedra pómez (65%); sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta; en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, gruesos, irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni 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 071905:

Cuadro 4.169. Resultados de los análisis físicos del perfil 071905

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	0.80	1.2	100.4	16.09				10.00	27.99	5.34	33.33
20-45	0.85	1.26	100.3	11.30				8.15	28.87	3.67	32.54

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	6.09			
20-45	3.15			

Cuadro 4.170. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071905

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	55.48	42.94	1.58	FA	F	5	6.1	2.98	5.67				0.53	7.57	Alta
20-45	55.55	42.87	1.57	FA	F	15	6.2	1.89	3.59				0.52		
45-120	52.36	46.17	1.47	FA	A	65	6.3	0.56	1.07				1.95		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	33.00	8.40	24.60	8.35	5.07	1.08	0.47	1.73	0.05	15.37	3.28	1.41	5.23	0.60
20-45	22.50	5.50	17.00	5.44	2.53	0.48	0.42	2.02	0.06	11.24	2.12	1.85	8.97	1.1
45-120	15.50	2.44	13.06	2.41	1.27	0.32	0.59	0.22	0.03	8.21	2.08	3.80	1.44	0.25

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	25.29	0.20	0.20	21.68	1.00	79.10	2.50	1.40		
20-45	24.17	0.20	0.20	27.75	1.00	62.70	0.64	0.80		
45-120	15.52	0.20	0.20	1.20	1.00	10.10				

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 química.

- ***Suelo Vitrandic Haplustolls, familia medial, isotérmica, perfil modal 030311***

En la Figura 4.149 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, la materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

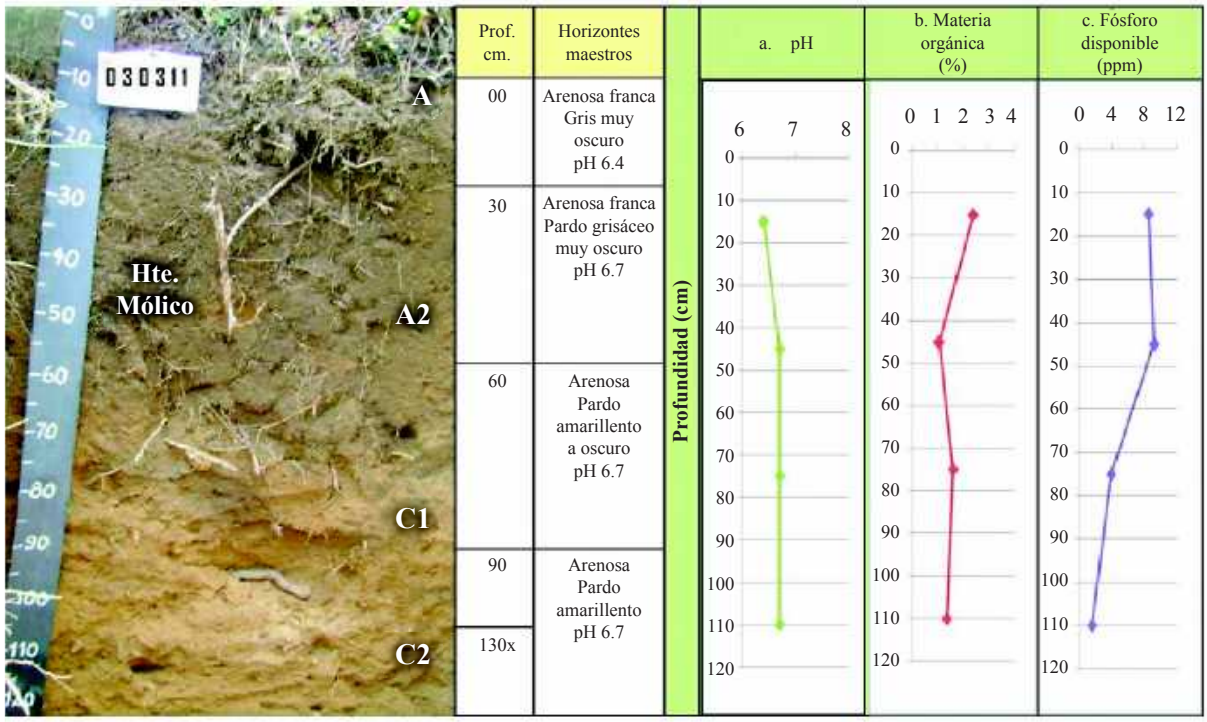


Figura 4.149. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil modal 030311, del grupo indiferenciado Cascadas de Nicá; las gráficas de comportamiento de pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2009)

C). Descripción del perfil modal No. 030311

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 030311 que fue identificado originalmente en el departamento de Sacatepéquez (ver MAGA-IGAC, 2012), por lo que la descripción de los datos en el terreno, corresponde a esa localización y se aplican a esta unidad cartográfica del departamento de Sololá.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Cascadas de Nicá
Símbolo		MCC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Vitrandic Haplustolls, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sacatepéquez
	Municipio	Pastores
	Aldea	San Lorenzo - El Tejar
	Caserío, sector, sitio, finca	300 mt del campo de foot-ball calle el Platanar
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 470115
		Latitud (Y): 1616207
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	8562
	Línea de vuelo No.	223
	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		1,625 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido muy húmedo a frío húmedo
	Precipitación promedio anual	800 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Cárcavas
	Grado	Severa
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente fuertemente escarpada, déficit de agua en época seca, erosión severa
Vegetación natural		Pino, encino y roble
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		18-09-2009

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm A	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, finos y medios, tubulares, continuos; muchas raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuentes actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y moderada al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente acida; límite gradual y plano.
30 – 60 cm A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (1%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuentes actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y moderada al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y plano.
60 – 90 cm C1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arenosa y de laboratorio franco 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; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite gradual y plano.
90 – 130x cm C2	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo arenosa y de laboratorio franco 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; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra.

D). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

Cuadro 4.171. Resultados de los análisis físicos del perfil 030311

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	0.83	1.22	62.04	17.52				8.96	22.94	9.03	31.97
30-60	0.89	1.65	49.32	13.29				6.98	33.65	12.41	46.06

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	8.56			
30-60	6.31			

Cuadro 4.172. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 030311

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.
0-30	51.69	44.84	3.47	FA	AF	2	6.4	1.26	2.39				8.59	7.06	Alta
30-60	55.43	41.20	3.37	FA	AF	1	6.7	0.54	1.03				9.23		
60-90	65.38	33.73	0.89	FA	A	5	6.7	0.83	1.58				3.95		
90-130	57.29	39.78	2.92	FA	A	10	6.7	0.71	1.35				1.54		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	14.00	11.71	2.29	11.71	4.93	1.93	1.90	2.95		35.20	13.77	13.59	21.07	
30-60	11.50	10.87	0.63	10.87	4.55	1.80	1.31	3.21		39.58	15.62	11.39	27.95	
60-90	9.00	8.56	0.44	8.56	2.68	2.50	1.25	2.13		29.78	27.83	13.87	23.65	
90-130	11.00	9.77	1.23	9.77	3.37	2.75	0.81	2.84		30.62	25.04	7.37	25.80	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-30	83.63	2.02	0.60	36.90	0.70	23.2			
30-60	94.54	3.12	0.42	34.60	0.50	15.1	0.38	0.97	
60-90	95.13	3.12	0.28	18.90	31.50	82.4			
90-130	88.82	2.46	0.26	13.00	2.00				

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 química.

E). Interpretación de los resultados de laboratorio

Perfil modal 071905

En la Figura 4.148 se muestra un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. El primer horizonte es un A de color pardo oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw es de color pardo oscuro a pardo, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El tercer horizonte es un 2C de color gris claro, textura arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia suelta.

Como se observa en el Cuadro 4.169 la porosidad total es media, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.170 y la Figura 4.148, la reacción del suelo es ligeramente acida, la capacidad de intercambio de cationes es alta en los primeros dos horizontes y media en el tercero; la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte, medio en el segundo y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el primero horizonte y bajos en los siguientes, el Magnesio presenta valores bajos, el Potasio presenta valores altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos, el Hierro presenta valores altos en los primeros dos horizontes y bajos en el ultimo. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Perfil modal 030311

En la Figura 4.149, se presenta gráficamente el perfil modal 030311, son suelos de evolución baja, del tipo A–C. El horizonte A se subdivide en A y A2, el A de color gris muy oscuro, textura arenosa franca, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable; el A2 es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arenosa franca, estructura bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C se subdivide en C1 y C2, el C1, es de color pardo amarillento oscuro, de textura arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia friable; el C2 es de color pardo amarillento, textura arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.171 la porosidad total es media en el primer horizonte y alta en el segundo, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.172 y la Figura 4.149, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es baja en el tercer horizonte y media en los demás, la saturación de bases es alta, el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores bajos en el tercero y medios en los demás, el Magnesio presenta valores medios, el Potasio presenta valores altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como baja hasta los 60 centímetros y media en profundidad.

Respecto a elementos menores, el Zinc y Manganeso presentan valores bajos, el Cobre presenta valores medios y el Hierro presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Las características principales y las recomendaciones generales para uso y manejo son tomadas del perfil con mayor presencia en la unidad cartográfica que es el suelo Typic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética-arenosa, isohipertérmica (PM 071905).

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivados de ceniza volcánica, presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo,

con presencia de vidrio volcánico y con contenidos de materia orgánica altos en superficie. Suelos superficiales a profundos, texturas medias sobre gruesas, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, saturación de bases baja y reacción ligeramente ácida. Presentan regímenes de humedad del suelo de údicos a ústicos, permanecen secos por más de 90 días durante el año en algunas áreas y temperaturas edáficas de isotérmica (15 a 22°C) a isohipertérmica (> 22°C).

Las principales limitantes de estos suelos son: pendientes de moderadamente a fuertemente escarpadas, erosión severa, suelos superficiales, drenaje moderadamente excesivo, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

La fase de estos suelos que posee pendientes fuertemente escarpadas (>75%) presentan vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad.

Para los suelos que posee vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad, debe conservarse la vegetación existente y propiciar la regeneración natural. Asimismo es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados mediante la plantación de especies arbóreas nativas; evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

G). 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 MCCf3 y MCCfp3 pertenecen a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-2, son tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa y de la biodiversidad. La fase MCCgp3, 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 de la biodiversidad.

Para conocer las especies 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.

4.3.1.68 Grupo indiferenciado Cerro Patzunoj (orden Inceptisol) Andic Humustepts, familia esquelética-medial sobre fragmental, isotérmica, perfil modal 071804; Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética-medial, isotérmica, perfil modal 071703 y Lithic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071708. Símbolo MCD

Esta unidad cartográfica encuentra ubicada en inmediaciones de los parajes Nicajquim, Panatzán, Xelajnom, Pachalí y el Cerro Patzunoj del municipio de San Juan La Laguna; fincas Aventuras de Atitlán Jim y Nancy, San Isidro Chacayá del municipio de Santiago Atitlán; Cerro Paquisís en el municipio de San Pedro La Laguna; finca El Panorama, Cerro Cristiano del municipio de Santa Clara La Laguna. La unidad cartográfica ocupa un área de 1,140 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo “templado subhúmedo a semifrío húmedo” (Código C), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 14.3 y 20.7 °C y un rango de precipitaciones entre 601 y 2,000 mm anuales, los suelos se ubican en una

altitud de 1,000 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 1,344 mm y una altitud media de 1,978 msnm. Se ubica dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB), cuyas principales especies indicadoras son: ciprés común (*Cupressus lusitanica*), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). En la Figura 4.150 se observa una vista panorámica de la cobertura vegetal de bosque mixto dominante en la unidad.



Figura. 4.150. Escarpe en paisaje de montaña volcano-erosional; en la figura se observa la predominancia del bosque mixto (Foto: O. Hernández, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre rocas graníticas (granito, granodiorita), en pendientes de moderadamente escarpadas (50-75%) a fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje de montaña volcano-erosional, en tipo de relieve escarpe.

La unidad cartográfica está integrada por los suelos Andic Humustepts, familia esquelética - medial sobre fragmental, isotérmica (PM 071804) en un 30%, Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - medial, isotérmica (PM 071703) en un 30%, Lithic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PM 071708) con un 30% y por afloramientos rocosos en un 10% del área.

El grupo indiferenciado Cerro Patzunoj presenta las siguientes fases:

- **MCDfpr3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (130 ha).
- **MCDgpr1:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión ligera (182 ha).
- **MCDgpr2:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión moderada (394 ha).
- **MCDgpr3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial, presencia de afloramientos rocosos, erosión severa (434 ha).

- ***Suelos Andic Humustepts, familia esquelética - medial sobre fragmental, isotérmica (perfil modal 071804)***

En la Figura 4.151, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, la materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

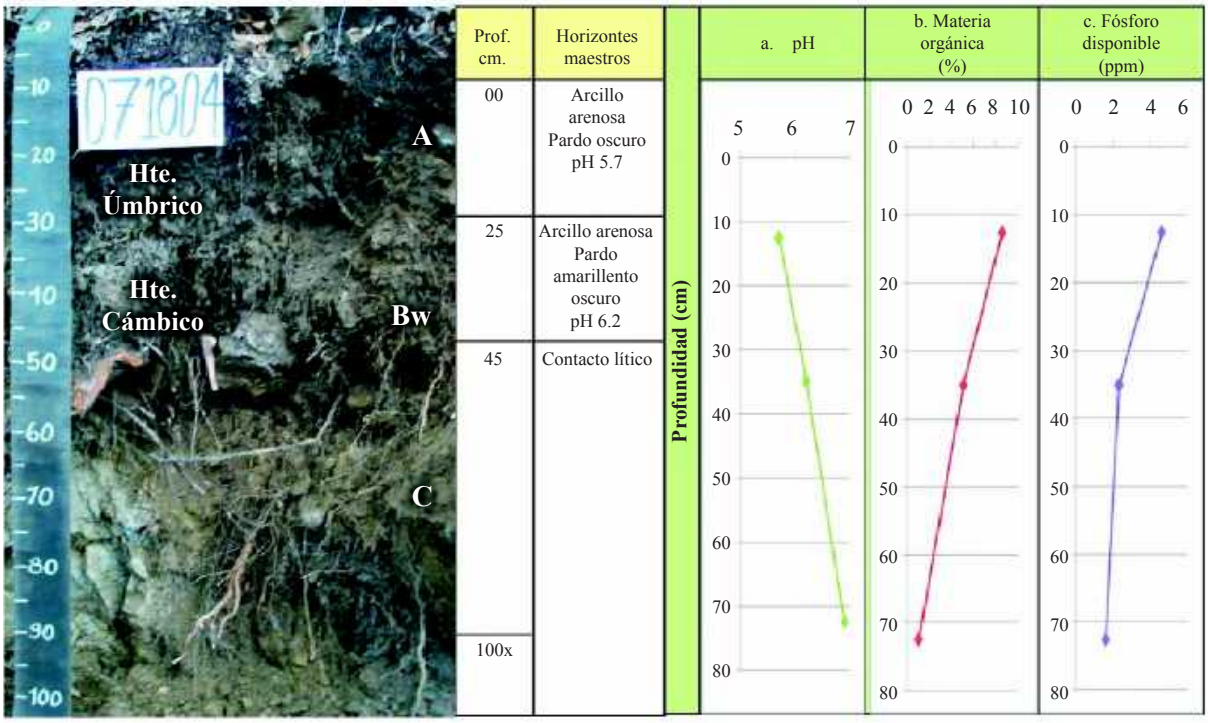


Figura 4.151. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil 071804 del grupo indiferenciado Cerro Patzunoj; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 071804

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071804:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Cerro Patzunoj
Símbolo		MCD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia esquelética – medial sobre fragmental, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Pedro La Laguna
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Inmediaciones del Cerro Paquisís
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 413548
		Latitud (Y):1618917

Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2391
	Línea de vuelo No.	451
	Bloque No.	04
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2391
	Línea de vuelo No.	451
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Plano escarpado
Material Parental		Rocas graníticas (granito, granodiorita)
Altitud		2,243 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,550 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.6 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Poca (10% del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	Pocos
	Superficie cubierta	10 %.
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	45 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >90%
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente fuertemente escarpada, presencia de fragmentos de roca en el perfil, erosión severa

Vegetación natural	Guachipilín, pino, encino
Describió	Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción	15-09-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, fina, débil; 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 moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7, reacción moderadamente ácida; límite difuso.
25 – 45 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; abundante piedra (50%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, fina, débil; 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 moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
45 – 100x cm. C	Fragmentos de roca > 95% por volumen.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071804

Cuadro 4.173. Resultados de los análisis físicos del perfil 071804

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	1.59	86.89	46.04				16.54	26.32	29.66	55.97
25-45	-	1.57	58.79	26.16				8.06			
45-100	-	1.17	41.12	16.14				4.49			

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-25	29.50			
25-45	18.10			
45-100	11.65			

Cuadro 4.174. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071804

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	56.86	41.61	1.53	FA	ArA	20	5.7	4.51	8.57				4.61		
25-45	62.97	35.49	1.54	FA	ArA	50	6.2	2.67	5.07				2.30	7.31	Alta
45-100	67.23	31.25	1.54	FA		95	6.9	0.58	1.10				1.58		

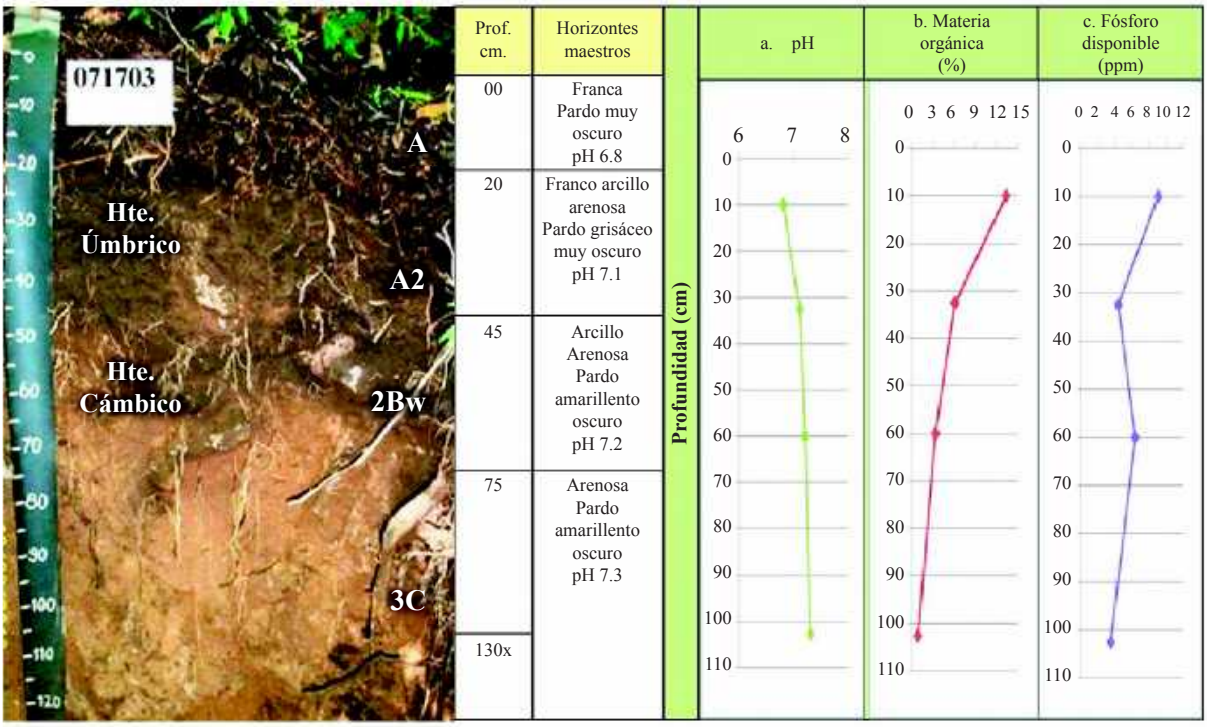
Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	30.00	7.85	22.15	7.48	5.50	1.17	0.47	0.34	0.37	18.33	3.90	1.57	1.13	1.23
25-45	22.50	3.08	19.42	2.98	1.83	0.78	0.18	0.19	0.10	8.13	3.47	0.80	0.84	0.44
45-100	19.00	7.29	11.71	7.25	5.40	0.80	0.80	0.25	0.04	28.42	4.21	4.21	1.32	0.21

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-25	24.93	0.48	0.20	55.14	1.03	33.40	0.82	0.52	
25-45	13.24	0.39	0.20	33.84	1.00	59.10	1.60	0.85	
45-100	38.16	0.53	0.20	15.90	1.00	26.10			

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 química.

- ***Suelos Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - medial, isotérmica (perfil modal 071703)***

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



4.152. En la fotografía se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil 071703 del grupo indiferenciado Cerro Patzunoj; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: O. Hernández, 2010)

C). Descripción del perfil modal No. 071703

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071703:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Cerro Patzunoj
Símbolo		MCD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Juan La Laguna
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Camino asfaltado de San Pedro a Santiago Atitlán, a 500 metros a la derecha de la carretera
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 414339
		Latitud (Y): 1620902
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2462
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Plano escarpado
Material Parental		Rocas graníticas (granito, granodiorita)
Altitud		2,061 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	>75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,160 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	16.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra, pedregón
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	75 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Bosque mixto
	Nombre de los cultivos	-
	Limitante del uso	Baja retención de humedad, déficit de agua en época seca, pendiente fuertemente escarpada, presencia de fragmentos de roca en el perfil
Vegetación natural		Encino, pino, ciprés
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra, Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		14-09-2010

Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 20 cm. A	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución normal; mucha actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
20 – 45 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillo arenosa y laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), frecuente piedra (20%), subredondeada, poca alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, 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 7.1, reacción neutra; límite claro y plano.
45 – 75 cm. 2Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo arcillo arenosa y laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (15%), abundante piedra (40%), subredondeada, poca alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, tubulares, discontinuos; muchas raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.2, reacción neutra; límite claro y plano.
75 – 130x cm. 3C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; extremadamente abundante piedra (80%), subredondeada, poca alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, medias, vivas de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl, ni al H_2O_2; pH 7.3, reacción neutra.

D). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071703

Cuadro 4.175. Resultados de los análisis físicos del perfil 071703

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	0.58	1.27	118.4	18.98				4.6	45.62	8.71	54.33
20-45	0.84	1.35	87.16	69.46				22.45	7.67	30.11	37.78
45-75	1.13	1.61	44.13	30.83				13.15	8.99	20.83	29.81

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	14.38			
20-45	47.01			
45-75	17.68			

Cuadro 4.176. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071703

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	54.40	44.06	1.54	FA	F		6.8	7.02	13.34				9.02	7.61	Alta
20-45	53.24	45.26	1.51	FA	FArA	25	7.1	3.19	6.06				4.33		
45-75	61.95	36.56	1.50	FA	ArA	55	7.2	1.76	3.34				6.33		
75-130	62.45	36.07	1.48	FA	A	80	7.3	0.46	0.87				3.45		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	12.50	4.46		4.46	3.62	0.56	0.10	0.18		28.96	4.48	0.80	1.44	
20-45	25.00	9.20	15.80	9.20	6.40	2.22	0.43	0.15		25.60	8.88	1.72	0.60	
45-75	17.50	6.74	10.76	6.74	3.64	1.81	1.10	0.19		20.80	10.34	6.29	1.09	
75-130	13.00	4.02	8.98	4.02	1.75	1.04	1.08	0.15		13.46	8.00	8.31	1.15	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-20	35.68	0.57	0.99	43.48	3.48	45.30	1.10	0.74	
20-45	36.80	0.98	0.20	35.54	1.04	20.60	1.40	0.98	
45-75	38.51	2.86	0.20	30.78	1.00	32.10			
75-130	30.92	1.52	0.20	13.00	1.00				

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 química.

- ***Suelo Lithic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (perfil modal 071708)***

En la Figura 4.153, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura y color. Posteriormente se presenta el paisaje en donde se tomo el perfil modal y la descripción completa del suelo en mención.

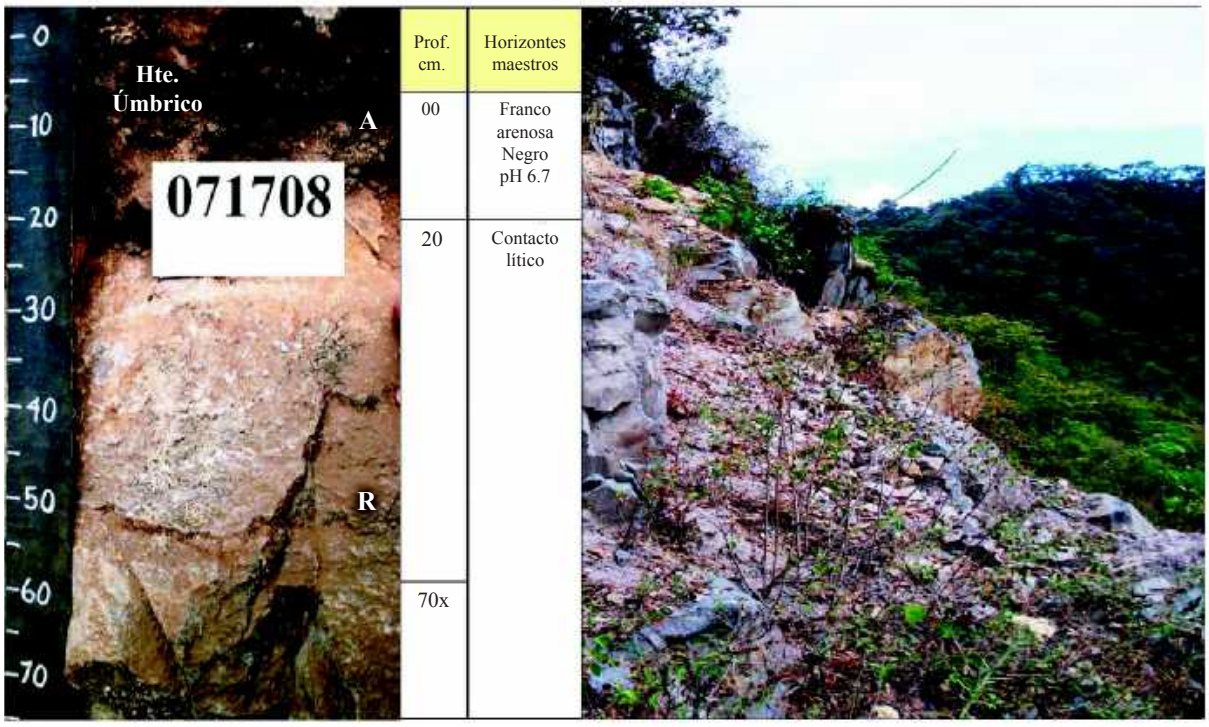


Figura 4.153 En la fotografía de la izquierda se observan los diferentes horizontes identificados en el perfil 071708 y en la fotografía de la derecha se aprecia parte del paisaje donde se tomo este perfil modal, como parte del Grupo Indiferenciado Cerro Patzunoj (Foto: O. Hernández, 2010)

E). Descripción del perfil modal No. 071708

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071708:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Cerro Patzunoj
Símbolo		MCD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Lithic Humustepts, familia, francosa gruesa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Juan La Laguna
	Aldea	Cerro Panám
	Caserío, sector, sitio, finca	A 600 mt. de la carretera San Pedro a Santiago Atitlán
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 413514
		Latitud (Y): 1620668
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2462
	Línea de vuelo No.	450
	Bloque No.	04

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Plano escarpado
Material Parental		Rocas graníticas (granito, granodiorita)
Altitud		2,171 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	> 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo a semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,332 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.4 °C
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	Pocos
	Superficie cubierta	10 %.
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra, pedregón
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	20 cm.
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Protección y conservación
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Erosión severa, déficit de agua en época seca, pendiente fuertemente escarpada, contacto lítico, baja retención de humedad
Vegetación natural		Encino, pino
Describió		Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		25-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm A	Color en húmedo negro (10YR3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchos poros, finos, medianos y gruesos, irregulares, continuos; pocas raíces, finas, medias, vivas de distribución anormal; mucha actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite abrupto y ondulado.
20 – 70x cm R	Material sólido y coherente.

F). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071708

Cuadro 4.177. Resultados de los análisis físicos del perfil 071708

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	0.92	1.18	51.76	20.92				11.23	13.13	8.91	22.03

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	9.69			

Cuadro 4.178. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071708

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	55.56	42.93	1.50	FA	FA		6.7	5.61	10.66				6.27	8.12	Alta

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	26.50	8.99	17.51	8.99	5.02	3.24	0.55	0.17		18.96	12.22	2.08	0.66	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	33.93	1.65	1.44	43.30	1.00					

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 química.

G). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

Perfil modal 071804

De acuerdo con la Figura 4.151 y la descripción del perfil modal, este suelo presenta un perfil de evolución moderada, del tipo A-B-C. El horizonte A es de color pardo oscuro, textura arcillo arenosa, estructura granular, consistencia friable. El horizonte Bw es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura granular, consistencia friable. El horizonte C contiene más del 90% de fragmentos de roca.

Como se observa en el Cuadro 4.173 la porosidad total en alta, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es media.

Según el Cuadro 4.174 y la Figura 4.151, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta en los dos primeros horizontes y media en el tercero; la saturación de bases es baja en el primero y segundo horizonte, media en el tercero; el contenido de materia orgánica es alto en los primeros horizontes y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el primero y tercero, bajos en el segundo horizonte, el Magnesio presenta valores bajos, el Potasio presenta valores altos en el primer y tercer horizonte, valores medios en el segundo. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos y el Hierro valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Perfil modal 071703

De acuerdo con la Figura 4.152 y la descripción del perfil modal, este suelo presenta un perfil de evolución moderada, del tipo A – B - C. El horizonte A se subdivide en A y A2, el A es de color pardo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable; el horizonte A2 es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2Bw es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte 3C es de color pardo amarillento oscuro, textura arenosa, sin estructura (grano suelto), consistencia suelta.

Como se observa en el Cuadro 4.175 la porosidad total es alta en el primer horizonte, media en el segundo y baja en el tercero, en el primer horizonte domina la macroporosidad, en los demás domina la microporosidad, la humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.176 y la Figura 4.152, la reacción del suelo es neutra, la capacidad de intercambio de cationes es media, la saturación de bases es media, el contenido de materia orgánica es alto en los primeros horizontes y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el primero y tercer horizonte, altos en el segundo y bajos en el cuarto, el Magnesio presenta valores bajos en el primero y ultimo y medios en los demás, el Potasio presenta valores bajos en el primer horizonte y altos en los siguientes. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media. Respecto a los elementos menores el Hierro presenta valores altos, el Cobre, el Zinc y el Manganeso presentan valores bajos.

Perfil modal 071708

De acuerdo con la Figura 4.153, este suelo presenta un perfil de evolución baja, de tipo A – R. El horizonte A es de color negro, textura franco arenosa, estructura granular, consistencia friable. El horizonte R (contacto lítico), corresponde a rocas ígneas graníticas intrusivas.

Como se observa en el Cuadro 4.177 la porosidad total es baja, domina la macroporosidad sobre la microporosidad, la humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.178, la reacción del suelo es neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es alto.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios, el Magnesio y el Potasio presenta valores altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos y el Hierro presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Las características principales y las recomendaciones generales para uso y manejo son tomadas del perfil con mayor presencia en la unidad cartográfica que es el suelo Andic Humustepts, familia esquelética-medial sobre fragmental, isotérmica (PM 071804).

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos altos de materia orgánica en los horizontes superficiales y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Suelos muy superficiales a moderadamente superficiales, texturas finas, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, saturación de bases baja a media y reacción de moderadamente ácida a neutra. Presentan régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año y temperatura edáfica isotérmica entre los 15 a los 22°C.

Las principales limitantes son pendientes de moderada a fuertemente escarpadas, erosión moderada a severa, extremadamente abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial, suelos superficiales y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos que posee pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) es de vocación forestal por lo tanto, es apta para implementar actividades forestales de producción y manejo del bosque natural.

Las fases de estos suelos con pendientes fuertemente escarpadas (>75%) son de vocación para la conservación de la cobertura boscosa y la biodiversidad por lo que deben conservarse sin intervención antrópica.

En los suelos con vocación forestal es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas a curvas de nivel y/o con pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas para el control de incendios forestales.

En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; debe propiciarse la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados con plantaciones de especies arbóreas nativas; asimismo es necesario evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

I). 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 MCDfpr3 permanece a la clase VII, subclase VII pes y grupo de manejo VII pes-1, poseen vocación forestal. La fase MCDgpr3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2; las fases MCDgpr1 y MCDgpr2 pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-1, poseen vocación para la conservación de la cobertura boscosa y de la biodiversidad.

Para conocer las especies 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.

4.3.1.69 Consociación Monte Quiná (orden Andisol): Typic Hapludands, familia medial, isohipertérmica (SSS, 2010), perfil modal 071909. Símbolo MYA

Esta unidad se encuentra ubicada a inmediaciones de la Finca Monte Quiná y cerro La Coronita del municipio de Santiago Atitlán, abarca una extensión de 997 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR - MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "semicálido muy húmedo" (Código Y), que se caracteriza por un rango de temperaturas medias anuales entre 20.8 y 24.3 °C y precipitaciones mayores a 4,001 mm anuales, los suelos se ubican en una altitud de 600 a 1,000 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 21.8 °C, precipitación anual media de 4,482 mm y una altitud media de 923 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*). Como se observa en la Figura 4.154, la cobertura vegetal es bosque latifoliado y el uso de la tierra es agrícola.



Figura 4.154. Filas y vigas en el paisaje de montaña volcano-erosional; en la fotografía se observa la cobertura de bosque latifoliado, en el municipio de Santiago Atitlán (Foto: W. González, 2011).

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

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Typic Hapludands, familia medial, isohipertérmica (PM 071909) en un 90% del total del área, el 10% de la superficie está formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del suelo.

La Consociación Monte Quiná, presenta las siguientes fases:

- **MYAf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (858 ha).
- **MYAfp2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión moderada (139 ha).

En la Figura 4.155, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

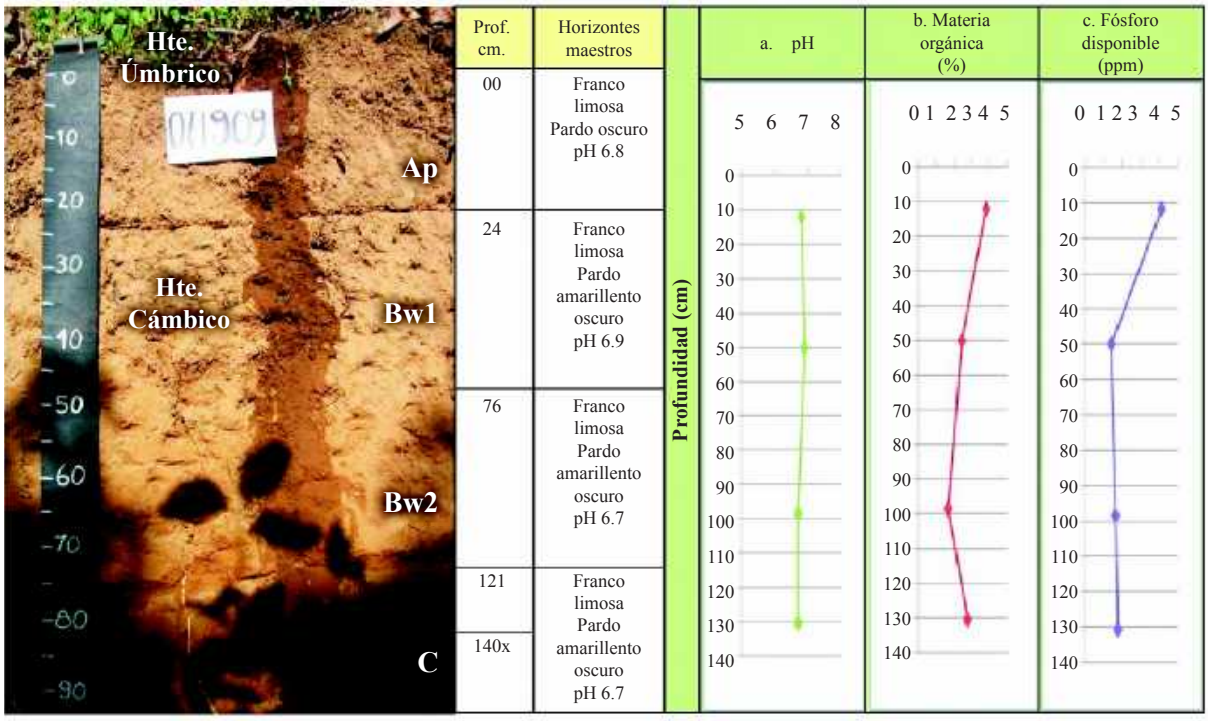


Figura 4.155. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del PM 071909 de la Consociación Monte Quiná; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071909

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071909:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Monte Quiná
Símbolo	MYA

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Hapludands, familia medial, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santiago Atitlán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Monte Quiná
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 418284
		Latitud (Y): 1609003
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2022
	Línea de vuelo No.	454
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y Vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Piroclastos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		1,009 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango de la pendiente	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido muy húmedo
	Precipitación promedio anual	4,500 mm
	Temperatura promedio anual	21.5 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm.	
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	140 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café, macadamia.
	Limitante del uso	-
Vegetación natural		-
Describió		William Hernán González Martínez, Manuel de Jesús Canto
Fecha de descripción		15-12-2011

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 24 cm Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y laboratorio franco limosa; estructura granular, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medios 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 6.8, reacción neutra; límite plano.
24 – 76 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, medias y finas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.9, reacción neutra; limite plano.
76 – 121 cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, medios, moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, medianos y gruesos, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.7 reacción neutra; limite plano.
121 – 140 cm C	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo franco limosa y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo muy firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, medianos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; fuerte reacción al NaF, no hay al HCl ni al H_2O_2; pH 6.7 neutra.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071909:

Cuadro 4.179. Resultados de los análisis físicos del perfil 071909

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
0-24	0.68	1.27	98.1	51.86				21.28	21.90	24.56	46.46
24-76	0.68	1.24	114.6	60.64				22.75	21.26	23.90	45.16
76-121		1.35	141.1	79.51				32.10			
121-140		1.28	117.8	69.26				30.12			

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-24	30.58			
24-76	37.89			
76-121	47.41			
121-140	39.14			

Cuadro 4.180. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071909

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.
0-24	44.02	51.45	4.53	FL	FL		6.80	2.00	3.80				4.16	6.91	Alta
24-76	33.62	57.25	9.12	FL	FL		6.90	1.28	2.43				1.44		
76-121	26.81	53.91	19.28	FL	FL		6.70	0.88	1.67				1.67		
121-140	49.09	46.03	4.88	FA	FL	5	6.70	1.45	2.76				1.79		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-24	39.75	7.82	31.93	7.80	4.23	2.12	1.37	0.08	0.02	10.64	5.33	3.45	0.20	0.26
24-76	44.00	10.25	33.75	10.23	8.48	1.51	0.10	0.14	0.02	19.27	3.43	0.23	0.32	0.20
76-121	46.75	14.27	32.48	14.25	12.88	1.10	0.14	0.13	0.02	27.55	2.35	0.30	0.28	0.14
121-140	50.00	14.08	35.92	14.06	12.48	1.18	0.27	0.13	0.02	24.96	2.36	0.54	0.26	0.14

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn				
0-24	19.62	3.66	2.80	90.90	1.28	77.30	2.50	1.40	
24-76	23.25	7.10	5.04	72.00	1.00	81.70	0.64	0.80	
76-121	30.48	2.36	1.30	44.50	1.00	80.20			
121-140	28.12	3.68	1.31	39.00	1.00	77.70			

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.155, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. El primer horizonte es un Ap de color pardo oscuro, textura franco limosa, estructura granular, consistencia friable. El horizonte Bw1 es de color pardo amarillento oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable, el tercero es un Bw2 de color pardo amarillento oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El último es un horizonte C de color pardo amarillento oscuro, textura franco limosa, sin estructura (masivo), de consistencia muy firme.

Como se observa en el Cuadro 4.179, la porosidad total es alta, en ella predomina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 4.180 y la Figura 4.155, la reacción del suelo es neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases se presenta como baja. El contenido de materia orgánica es medio, excepto en el tercer horizonte donde es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el primer horizonte y altos en los siguientes; el Magnesio presenta valores medios hasta el segundo horizonte y bajos en profundidad, el Potasio presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en los subsiguientes. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre presenta valores medios, el Zinc y el Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada, de origen ígneo, derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo; contenidos medios de materia orgánica en el primer horizonte. Son suelos profundos, de texturas medias, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción neutra. Régimen de humedad del suelo údico, no permanece seco por más de 90 días consecutivos durante el año por lo que pueden mantener un cultivo continuado. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 20.8 y 24.3 °C las que corresponden a un régimen isohipertérmico.

Las limitantes de estas tierras son: pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión de ligera a moderada, pedregosidad superficial y drenaje moderadamente excesivo. Estas tierras son de vocación forestal, por lo que son aptas para implementar actividades forestales de producción y manejo del bosque natural.

Es necesario 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 al contorno siguiendo las curvas de nivel y se recomienda construir terrazas individuales; asimismo, es importante mantener el contenido de materia orgánica del suelo, para lo cual se recomienda no remover la hojarasca en superficie y construir barreras vivas o muertas; así como incorporar cultivos de cobertura y/o mantener el sotobosque para evitar la erosión. Deben establecerse 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, las fases MYAf1 y MYAfp2, pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-1, son tierras con vocación forestal.

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.

4.3.2 Suelos del paisaje de altiplano hidro-volcánico (A)

El paisaje “Altiplano hidro-volcánico” ocupa una superficie de 9,355 hectáreas correspondientes al 8.0% de la superficie del departamento. Este paisaje se localiza principalmente en los siguientes municipios: Concepción, Nahualá, Santa Lucía Utatlán, Sololá, San Andrés Semetabaj, Santa María Visitación y Santa Clara La Laguna, San José Chacayá, Santa Catarina Ixtahuacán, San Antonio Palopó y San Juan La Laguna.

En el cuadro 4.181 se presentan los climas determinados en el paisaje de altiplano.

Cuadro 4.181. Características del clima ambiental en el paisaje de altiplano

Clima ambiental	Código en el mapa	Rango de temperatura (oC)	Rango de altitud (msnm)	Rango de precipitación (mm)	Superficie (ha.)	%
Frío húmedo	J	10.0 a 14.2	2,300 – 2,700	1,001 a 2,000	3,610	39
Semifrío húmedo	S	14.3 a 17.0	1,800 – 2,300	1,001 a 2,000	3,746	40
Frío húmedo a Semifrío húmedo	C	-	-	-	1,999	21
TOTAL					**9,355**	**100**

Fuente: UPGGR-MAGA, 2009.

Los tipos de relieve de este paisaje han sido modelados por procesos de erosión geológica y por acumulaciones recientes de materiales piroclásticos no consolidados de diferentes tamaños como tefras, ceniza volcánica y piedra pómez. Los relieves dominantes son: escarpe, lomas, abanicos, terrazas, cañones y cañadas y vallecitos. Las formas del terreno identificadas son: laderas, cuerpos de abanicos, planos de terraza, plano escarpado, laderas de cañones y planos aluvio-coluviales.

En el Altiplano hidrovolcánico se presentan disecciones causadas por el agua de escorrentía, que han formado cañones y cañadas de grandes dimensiones, las cuales presentan un alto riesgo de erosión, lo que implica que deben dedicarse a la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad

Los órdenes de suelos, identificados en este paisaje, según la Taxonomía Americana (Soil, Survey Staff, 2010) son: Andisoles (10.8%), Inceptisoles (74.5%) y Molisoles (14.7%).

De acuerdo con los resultados de las propiedades químicas analizadas en los perfiles modales, estos suelos presentan las siguientes características:

A. Capacidad de intercambio de cationes (CIC): este término indica la capacidad del suelo de absorber e intercambiar nutrientes como calcio, magnesio, potasio y otros. Respecto a esta característica, el 68.8% de los suelos del paisaje presentan valores altos; el 30.9% presenta valores medios y el 0.3% presenta valores bajos de CIC.

B. Saturación de bases: este término indica la presencia de los cationes K, Ca, Mg y Na, su presencia o ausencia en el suelo dependen directamente del pH, cuando el pH es ácido, la SB saturación es baja y cuando el pH tiende a la neutralidad la SB es alta. Con respecto a la saturación de bases de los suelos del altiplano, el 16.3% de los suelos del altiplano presentan valores altos, el 71.2% presentan valores medios y el 12.5% presentan valores bajos.

C. 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, por la dificultad de determinar la materia orgánica del suelo, se utiliza el porcentaje de carbono orgánico existente en el suelo y se multiplica por un factor de conversión de 1.9. Con respecto al carbono orgánico, el 21.4% de los suelos del altiplano presentan valores medios y el 78.6% presentan valores bajos.

D. Potencial de Hidrógeno (pH): indica el grado de acidez o alcalinidad del suelo e influye en que los nutrientes sean solubles y disponibles para las raíces de las plantas, de 0 a 6.5 son valores de pH ácidos, de 6.6 a 7.3 son valores de pH neutros y valores de pH mayores de 7.3 son alcalinos. Con

respecto al pH de los suelos del altiplano hidrovolcánico, el 0.6% de los suelos son extremadamente ácidos (pH de 3.5 a 4.4), el 11% son moderadamente ácidos (pH de 5.6 a 6.0), el 68.7% son ligeramente ácidos (pH de 6.1 a 6.5) y el 19.7% son neutros (pH de 6.6 a 7.3).

E. Fertilidad natural: indica la capacidad de suministrar nutrientes y condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas; el 99.0% de los suelos del altiplano presenta valores altos y el 1.0% presenta valores medios.

Entre las propiedades físicas, resaltan las siguientes:

F. Grupos texturales de los horizontes A: influyen sobre el movimiento del agua en el suelo, disponibilidad de nutrientes y la erosión, indican la proporción de arenas (fragmentos minerales con diámetro entre 2 y 0.05 mm), limos (partículas con diámetro entre 0.05 y 0.002 mm) y arcillas (partículas con diámetro menor de 0.002 mm) que presenta el horizonte superficial del suelo. Con respecto a la textura de los suelos del altiplano hidrovolcánico, el 14.7% de los suelos del altiplano presenta texturas arcillosas y el 85.3% presenta texturas francas. Los grupos texturales fueron evaluados por el método organoléptico.

G. Estructura, indica la forma en la que las partículas del suelo se encuentran agregadas, el 99.0% de los suelos del altiplano presenta bloques subangulares, de consistencia friable lo que indica que se pueden desagregar fácilmente, el 0.6% presentan estructura granular, también de consistencia friable y el 0.4% se presentan sin estructura (grano suelto).

H. Densidad aparente, indica la relación del peso y volumen del suelo, tomando en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua, un valor muy bajo indica que los suelos son livianos, un valor alto indica suelos pesados; con respecto a la densidad aparente de los suelos del altiplano hidrovolcánico, el 79.9% muy baja densidad aparente y el 20.1% presentan baja densidad aparente.

I. Densidad real, indica la relación del peso y volumen del suelo, sin tomar en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua: el 100% de los suelos del altiplano presentan baja densidad real.

J. Profundidad efectiva, indica el espesor en el cual las raíces pueden penetrar para obtener agua y nutrientes: el 99.0% de los suelos del altiplano son profundos (> 1 metro de profundidad) y el 1.0% son superficiales (< de 50 centímetros de profundidad).

K. Drenaje natural indica el movimiento del agua en el suelo: el 21.4% de los suelos del altiplano presentan drenaje moderadamente excesivo, el 65.5% presentan buen drenaje y el 13.1% son moderadamente bien drenados.

L. Pedregosidad superficial, indica el porcentaje de fragmentos de roca (> a 2 mm de diámetro) que yacen en superficie y los que está parcialmente enterrados; el 94.5% de los suelos del altiplano no presentan pedregosidad superficial y el 5.5% presentan mediana pedregosidad superficial.

Los minerales del suelo son importantes porque al momento de desintegrarse por efecto de la meteorización, dejan libre los nutrientes (fertilizantes) en forma de elementos indispensables, necesarios y suficientes para la nutrición vegetal. Dependiendo de la cantidad presente en el suelo, estos tienen mayor o menor fertilidad natural.

En el paisaje de altiplano hidro-volcánico, se extrajeron muestras de los suelos más representativos para caracterizar los minerales presentes, tanto en la fracción arena como en la fracción arcilla.

M. Arenas: La identificación de los minerales presentes en la fracción arena se relaciona con la fertilidad potencial de los suelos; de acuerdo con los análisis mineralógicos, la distribución de minerales en la fracción arena es la siguiente: el 27% del total en la muestra de suelo corresponde a minerales opacos; el 19% corresponde a feldespatos plagioclasas; el 18% corresponde a cuarzo; el 12% corresponde a productos de alteración, el 8% corresponde a piroxenos, el 6% corresponde a los anfíboles, el 6% corresponde al circón; el 2% corresponde al vidrio volcánico, el 1% corresponde a feldespatos potásicos y el 1% corresponde a la biotita.

N. Arcillas: La identificación de los minerales presentes en la fracción arcilla se relaciona con la fertilidad actual de los suelos; los minerales presentes en la fracción arcilla son los siguientes: los materiales no cristalinos (amorfos) presentan porcentajes mayores al 50%; los feldespatos presentan porcentajes entre el 15 y el 30%; la cristobalita, metahaloisita, caolinita y haloisita están presentes en cantidades menores al 5%.

La Capacidad de Intercambio de Catines, la Saturación de Bases, el Carbono Orgánico y el pH se tomaron con datos hasta 50 cms.

Grupos texturales, estructura, densidad aparente y densidad real se tomaron del horizonte A.

SINTESIS

Los suelos del altiplano hidrovolcánico presentan buena disponibilidad y una adecuada capacidad para absorber nutrientes, una adecuada proporción de arenas, limos y arcillas, buena aireación, adecuada retención de humedad 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 (0.6%).

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 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 y la densidad real baja indican 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: espárrago, minivegetales, ejote francés, arveja china, radichio; como cultivos para el mercado local: repollo, coliflor, lechuga, brócoli, zanahoria, col de Bruselas, nabo, papa, cebolla, arveja dulce, cilantro, flores y tomate; para consumo y mercado local: fríjol, maíz, haba.



4.3.2.1. Consociación San José Chacayá (orden Andisol): Humic Ustivitrands, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070201. Símbolo AJA

La Consociación San José Chacayá se localiza a inmediaciones de los caseríos Basconcellos, Cipresales Xaxac, Xajaxac, Finca San Juan de Argueta y el sector Coxom del municipio de Sololá; el caserío Los Tablones (Pacay) del municipio de San José Chacayá y el paraje Xampotón del municipio de Santa Lucía Utatlán. Abarca una extensión de 545 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo" (Código J), que se caracteriza por tener rangos de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 14.2 °C y un rango de precipitaciones medias entre 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud media entre 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.6 °C, precipitación media anual de 1,188 mm y una altitud media de 2,390 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 4.156 se observa que el uso principal del suelo es agrícola, con relictos de bosque.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes que van desde fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), en el tipo de relieve lomas correspondiente al paisaje altiplano hidro-volcánico.



Figura 4.156. Lomas en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observan tierras en preparación y relictos de bosque en el municipio de Sololá (Foto: M. Tum, 2010).

La unidad cartográfica está compuesta por los suelos Humic Ustivitrands, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isomésica (PM 070201), en un 90% del total del área; el 10% restante posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación San José Chacayá, presenta las siguientes fases:

- **AJAd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (207 ha).
- **AJAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (20 ha).
- **AJAe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (318 ha).

En la Figura 4.157 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

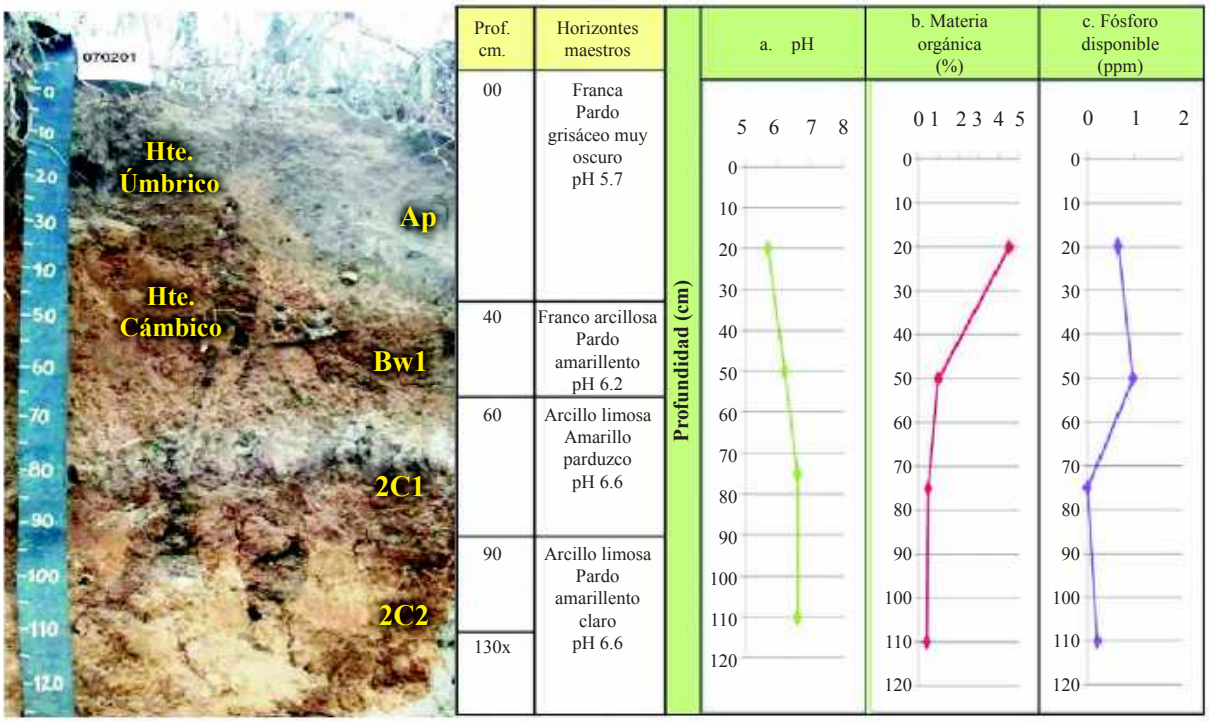


Figura 4.157. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el perfil modal 070201 de la Consociación San José Chacayá; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070201

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070201:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación San José Chacayá
Símbolo		AJA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Humic Ustivitrands, familia medial sobre arcillosa, amórfica, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San José Chacayá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 0421739
		Latitud (Y): 1634285
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2349
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,360 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente escarpada
	Rango	25 -50%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,200 mm.
	Temperatura promedio anual	12.6 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	19 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Erosión moderada y déficit de agua en época seca
Vegetación natural		No hay
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		20-08-2010

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; 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, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.7, reacción fuertemente ácida; límite claro y plano.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
40 – 60 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
60 – 90 cm. 2C1	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, 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 6.6, reacción neutra.
90 – 130x cm. 2C2	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca; sin estructura (masivo); consistencia en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, 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 6.6, reacción neutra.

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

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070201

Cuadro 4.182. Resultados de los análisis físicos del perfil 070201

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	0.82	1.15	89.00	46.85				13.45	13.59	15.11	28.70
40-60	0.75	1.58	106.00	58.10				32.99	23.74	28.79	52.53

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-40	33.40
40-60	25.11

Cuadro 4.183. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070201

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.
0-40	46.52	44.98	8.50	F	F		5.7	2.38	4.52				0.64	6.85	Alta
40-60	26.80	48.38	24.82	F	FAr		6.2	0.52	0.99				0.96		
60-90	25.60	48.48	25.91	F	ArL		6.6	0.26	0.48				N.D.		
90-130	30.53	47.36	22.10	F	ArL		6.6	0.21	0.40				0.21		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-40	26.20	6.29	19.91	6.29	5.22	0.64	0.38	0.05		19.92	2.45	1.46	0.19	
40-60	32.47	9.07	23.40	9.07	5.82	0.92	2.27	0.06		17.92	2.84	7.01	0.18	
60-90	25.63	11.52	14.11	11.52	8.00	1.96	1.49	0.07		31.22	7.64	5.82	0.26	
90-130	30.76	9.65	21.11	9.65	7.52	1.69	0.26	0.17		24.46	5.51	0.85	0.54	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-40	24.02	0.30	0.75	7.20	47.30	61.20	1.30	0.85		
40-60	27.94	1.55	1.40	15.50	33.00	26.20	1.30	1.20		
60-90	44.94	1.30	0.70	62.15	13.00					
90-130	31.36	1.50	1.10	15.10	8.00					

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 química.

Cuadro 4.184. Resultados del análisis mineralógico del perfil 070201

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	40-60	60-90
Caolinita	-	-
Feldespatos	-	-
Intergrados 2:1 - 2:2	-	-
Haloisita	+	Tr
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	Tr	+
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	40-60	**60-90**
Anfiboles	10	14
Biotita	tr	Tr
Circón	tr	Tr
Cuarzo	10	18
Feldespatos plagioclasas	12	9
Feldespatos potásicos	tr	6
Opacos	17	42
Piroxenos	9	2
Productos de alteración	44	N.D.
Vidrio volcánico	Tr	8

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	?
No detectado	N.D.		

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

En la Figura 4.157 se presenta un perfil de baja a moderada evolución, del tipo A – B – C. El horizonte Ap es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw1es de color pardo amarillento, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C, se subdivide en 2C1 y 2C2, el 2C1 es de color amarillo parduzco, de textura arcillo limosa, sin estructura (masivo); el 2C2 es de color pardo amarillento claro, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo).

Como se observa en el Cuadro 4.182 la porosidad total es baja en el primer horizonte y alta en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y media en el segundo.

Según el Cuadro 4.183 y la Figura 4.156, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en los primeros horizontes y altos en profundidad, el Magnesio presenta valores de bajos a medios, el Potasio presenta valores de medios a altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a elementos menores, el Cobre y Zinc presentan valores bajos, el Hierro presenta valores bajos en el primer horizonte, medios en el segundo y altos en el tercero, el Manganeso presenta valores altos en los tres primeros horizontes, medios en el cuarto. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

La mineralogía de estos suelos (Cuadro 4.184) es similar a muchos de los demás andisoles del departamento, se reporta en la fracción arcillosa dominancia (>50%) de materiales amorfos, con muy pequeñas cantidades de haloisita y metahaloisita. En la fracción arena dominan los productos de alteración y los opacos, los ferromagnesianos (piroxenos anfiboles) están presentes en el horizonte C1. Lo anterior constata la influencia de los piroclastos en la génesis de estos suelos y definen un grado bajo en su evolución.

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

Suelos minerales de baja a moderada evolución, de origen ígneo, derivados de ceniza volcánica con contenidos de materia orgánica bajos. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Suelos profundos, texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja a media y reacción de moderadamente acida a neutra. Presentan régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año y temperatura edáfica isomésica (8 a 15°C).

Las limitantes de estos suelos son: pendientes fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada; deficientes precipitaciones en 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 implementar cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes.

Las fases de suelos con 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.

Para los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.



En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual deben realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como

presenta moderada retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 AJAd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-5, por lo que son tierras de vocación agrícola. Las fases AJAe1 y AJAe2 pertenecen a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, 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.

4.3.2.2 Consociación Nahualá (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070503. Símbolo AJB

La Consociación se localiza en inmediaciones del caserío Xepatuj, cantón Chuipatuj y de la cabecera del municipio de Nahualá; abarca una extensión de 247 hectáreas.

Según Thornthwaite (UPGGR-MAGA, 2009), el clima de la región es del tipo "frío húmedo" (Código J), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 10.0 a 14.2 °C y un rango de precipitaciones medias de 1,001 a 2,000 mm anuales. Los suelos se ubican en una altitud media de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 13.4 °C, precipitación media anual de 1,327 mm y una altitud media de 2,573 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.). La Figura 4.158 presenta como uso principal del suelo la agricultura con cultivo de maíz.



Figura 4.158. Lomas en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observa el cultivo del maíz en el municipio de Nahualá (Foto: J. del Cid, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas) en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), en tipo de relieve lomas correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Andic Humustepts, familia medial, isomésica (PM 070503) en un 90% del total del área, el 10% restante, posee otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Nahualá, presenta las siguientes fases:

- **AJBd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada. (29 ha).
- **AJBe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada. (218 ha).

En la Figura 4.159 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

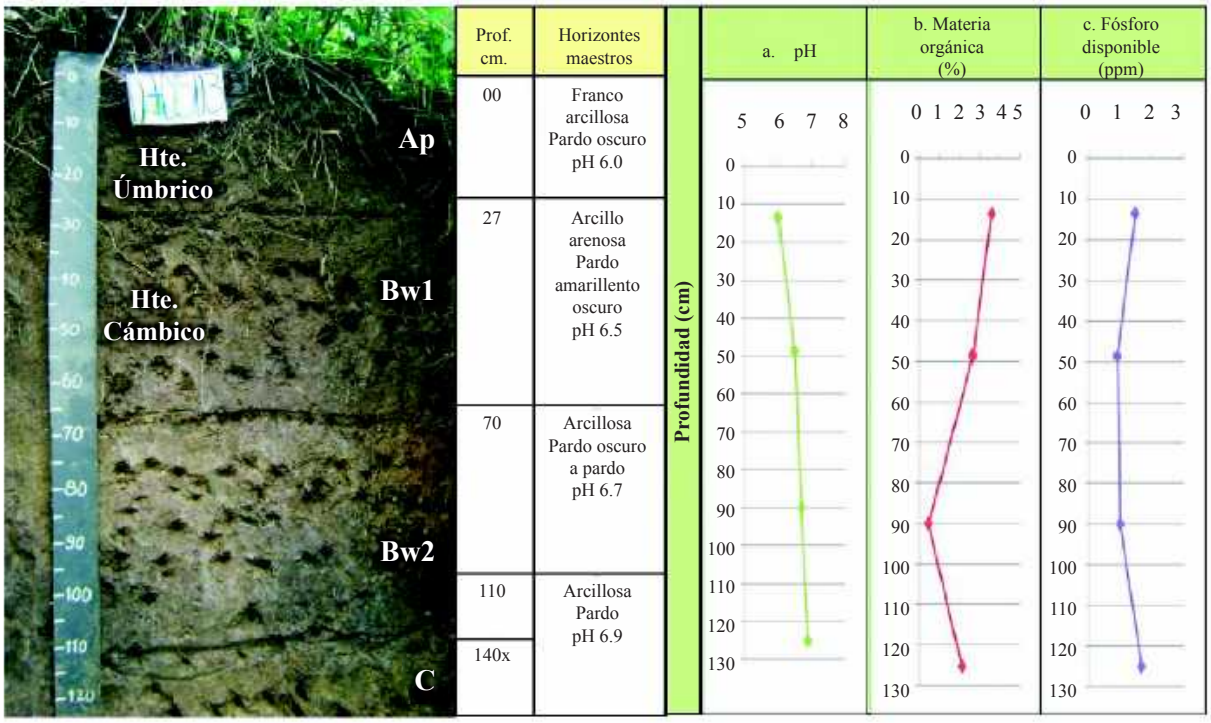


Figura 4.159. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el perfil modal 070503 de la Consociación Nahualá; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070503

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070503:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Nahualá
Símbolo		AJB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	Chuipatuj
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 412320
		Latitud (Y): 1642512
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2603
	Línea de vuelo No.	443
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Laderas
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,589 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,316 mm.
	Temperatura promedio anual	13.2 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	13.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-

Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	110 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, ciprés, encino, ilamo
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		23-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 27 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuentes actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.0, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
27 – 70 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
70 – 110 cm. Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; 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 plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; no hay raíces; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite gradual y ondulado.
110 – 140x cm. C	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (5%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, finos y medianos, tubulares e irregulares, continuos; no hay raíces; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni 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 070503:

Cuadro 4.185. Resultados de los análisis físicos del perfil 070503

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
0-27	0.92	1.16	57.45	53.15				26.61	1.55	19.14	20.69
27-70	0.83	1.34	88.68	70.00				34.35	8.02	30.04	38.06

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-27	26.54
27-70	35.65

Cuadro 4.186. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070503

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.
0-27	43.39	50.76	5.85	FL	FAr		6.0	1.88	3.58				1.46	7.12	Alta
27-70	62.10	36.23	1.67	FA	ArA		6.5	1.40	2.66				0.90		
70-110	45.18	46.76	8.06	F	Ar	10	6.7	0.24	0.45				0.99		
110-140	39.34	52.08	8.57	FL	Ar	5	6.9	1.12	2.12				1.66		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-27	24.50	6.05	18.45	6.01	2.85	1.55	1.33	0.29	0.04	11.62	6.32	5.43	1.18	0.66
27-70	22.50	5.78	16.72	5.73	2.37	1.51	1.32	0.53	0.05	10.53	6.70	5.87	2.37	0.86
70-110	22.00	8.12	13.88	8.08	3.93	2.11	1.49	0.55	0.04	17.87	9.60	6.76	2.48	0.49
110-140	22.50	9.28	13.22	9.25	4.43	2.12	1.28	1.42	0.03	19.68	9.44	5.68	6.31	0.32

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-27	24.55	1.54	0.20	26.87	1.79	9.30	0.94	0.92		
27-70	25.48	1.41	3.66	35.15	1.74	50.00	0.97	0.99		
70-110	36.71	0.82	0.20	29.58	2.62					
110-140	41.11	1.11	0.20	34.69	3.23					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

En la Figura 4.159 se muestra que estos suelos presentan un perfil de moderada evolución del tipo A – B – C. El horizonte Ap es de color pardo oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, el Bw1 es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el Bw2 es de color pardo oscuro a pardo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte C es de color pardo, textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.185 la porosidad total es baja en el primer horizonte y media en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es media en el primer horizonte y alta en el segundo.

Según el Cuadro 4.186 y la Figura 4.159 la reacción del suelo varían de moderadamente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es baja en los dos primeros y es media en los demás, el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores bajos en los dos primeros horizontes y medios en los siguientes, el Magnesio presenta valores medios y el Potasio presenta valores altos, el Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo es media.

Respecto a elementos menores, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos y el Hierro presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presentan contenidos bajos de materia orgánica y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos profundos, de texturas finas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases de baja a media y reacción de moderadamente ácida a neutra. Presentan régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días durante el año y temperatura edáfica isomésica (8 y 15°C).

Las principales limitantes son: pendientes fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera a moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase de estos suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y erosión moderada, es vocación agrícola y por lo tanto, es apta para implementar cultivos agrícolas tanto anuales como perennes.

La fase de suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión moderada, es de vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Para los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual deben realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta moderada retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 AJBd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, por lo que son tierras de vocación agrícola. La fase AJBe2 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, 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.

4.3.2.3 Consociación Chirijox (orden Inceptisol): Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070603. Símbolo AJC

La Consociación Chirijox se localiza en inmediaciones del caserío Patzité, los cantones Guachiaquib, Palanquix Loma, del municipio de Nahualá; caserío Pacamná, Chirijox del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; colonia María Tecún del municipio de Sololá; abarca una extensión de 677 ha.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "frío húmedo" (Código J), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 10 y 14.2 ºC y un rango de precipitaciones de 1,001a 2,00 mm anuales y un rango de altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 13.9 °C, precipitación anual media de 1,262 mm y una altitud media de 2,493 msnm. Se ubica dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1993) 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 4.160 se observa que el uso principal es la agricultura.



Figura 4.160. Abanico en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observa áreas labradas para la agricultura en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán (Foto: M. Tum, 2011).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo), en pendientes que van desde fuertemente inclinadas (12-25%) a ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y relieve abanico.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isomésica (PM 070603) en un 80% y Andic Humustepts, familia ceniza sobre medial, isomésica (PI 070103) en un 20% del total del área.

La unidad posee la inclusión del suelo Andic Humustepts, familia ceniza sobre medial, isomésica (PI 70103), estos suelos se caracterizan por ser suelos profundos, con drenaje natural moderado, de texturas moderadamente gruesas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH o reacción moderadamente ácida a neutra, ligera reacción al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes moderadamente inclinadas y erosión de grado ligero. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación Chirijox, presenta las siguientes fases:

- **AJCd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (287 ha).
- **AJCd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (345 ha).
- **AJCe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (45 ha).

En la Figura 4.161 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

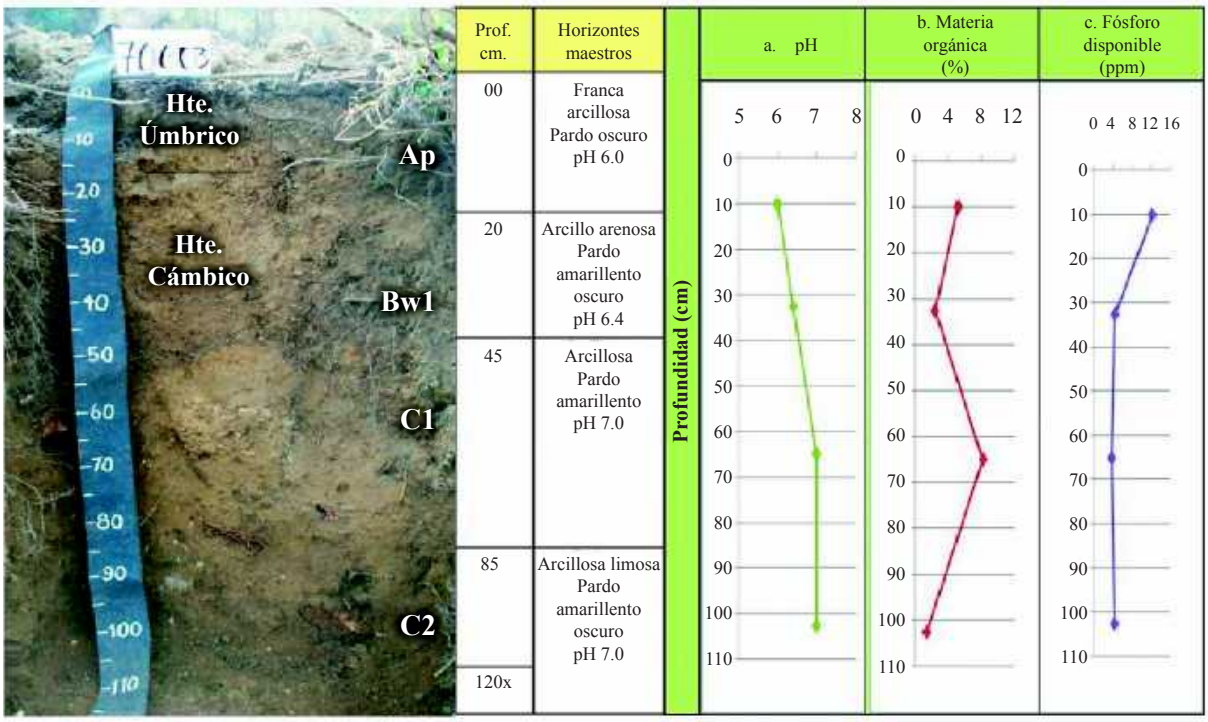


Figura 4.161. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del PM 070603 de la Consociación Chirijox; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: M. Tum, 2011).

A). Descripción del perfil modal No. 070603

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070603:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Chirijox
Símbolo		AJC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Catarina Ixtahuacán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Chirijox
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 409816
		Latitud (Y): 1639075
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2699
	Línea de vuelo No.	444
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		2,628 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Fuertemente inclinadas
	Rango	12 – 25 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,382 mm.
	Temperatura promedio anual	14.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	19 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Moderado
	Natural	Moderado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente fuertemente inclinada, erosión moderada
Vegetación natural		No hay
Describió		Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		23-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 20 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (3%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; muchos poros, medianos y finos, 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 6.0, reacción moderadamente ácida; límite gradual y plano.
20 – 45 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (3%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
45 – 85 cm. C1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (5%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias y finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, reacción ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra, limite gradual y plano.
85 – 120x cm. C2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; poca grava (5%) irregular, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; pocos poros, finos tubulares, continuos; pocas raíces, medias y finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; sin reacción al NaF, no hay al HCl, reacción 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 070603:

Cuadro 4.187. Resultados de los análisis físicos del perfil 070603

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	0.98	1.18	85.42	44.25				18.71	8.17	8.78	16.95
20-45	0.78	1.49	67.80	39.84				18.54	19.65	28.00	47.65
45-85	1.11	1.20	45.00	25.51				12.32	3.25	4.25	7.50

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	25.54			
20-45	21.30			
45-85	13.19			

Cuadro 4.188. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070603

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	46.90	47.39	5.70	FA	FAr	3	6.0	2.73	5.18				12.29	7.29	Alta
20-45	48.99	45.30	5.70	FA	ArA	3	6.4	1.27	2.42				4.37		
45-85	60.96	37.59	1.45	FA	Ar	5	7.0	4.34	8.24				3.71		
85-120	48.96	45.33	5.71	FA	ArL	5	7.0	0.74	1.40				4.32		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	20.00	8.31	11.69	8.24	5.69	1.61	0.71	0.23	0.07	28.44	8.07	3.55	1.13	0.84
20-45	19.00	6.83	12.17	6.77	4.54	1.51	0.48	0.24	0.06	23.92	7.94	2.54	1.24	0.88
45-85	15.00	7.87	7.13	7.82	4.93	1.77	0.84	0.28	0.05	32.85	11.80	5.61	1.88	0.64
85-120	17.00	7.48	9.52	7.43	4.63	1.65	0.83	0.31	0.05	27.25	9.72	4.87	1.85	0.67

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	41.18	2.07	0.27	41.10	30.17	14.50	0.36	0.82		
20-45	35.64	1.87	0.20	27.31	41.16	18.20	0.31	0.64		
45-85	52.15	1.74	0.27	18.65	4.37	60.90				
85-120	43.69	1.79	0.35	15.76	2.48					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

En la Figura 4.161 se muestra que estos suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El horizonte Ap es de color pardo oscuro, textura franco arcillosa, presentan estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el segundo horizonte es un Bw1 de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercero es un horizonte C1 de color pardo amarillento, textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia friable, el horizonte C2 es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Según los resultados físicos del Cuadro 4.187, la porosidad total es baja en el primer horizonte y alta en el segundo, en el tercer horizonte se presenta muy baja; domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es media en el primero y segundo horizonte, baja en el tercero.

Según el Cuadro 4.188 y la Figura 4.161, la reacción del suelo varía de moderadamente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es media en todo el perfil, el porcentaje de saturación de bases varía de medio a alto, el contenido de materia orgánica es medio en el primero y tercer horizonte y bajo en los demás.

Con referencia a los cationes el Potasio presenta valores altos, el Magnesio y el Calcio presentan valores medios, el Fósforo disponible presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad, la retención de Fósforo es baja en los dos primeros horizontes y media en el tercero.

Respecto a los elementos menores, el Cobre presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás, el Zinc presenta valores bajos, el Hierro presenta valores altos en los primeros dos horizontes y valores medios en los demás, el Manganeso presenta valores altos en los dos primeros horizontes y bajos en los demás. Según los resultados de los análisis de laboratorio realizados y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se manifiesta en un aumento en espesor y en la presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos medios de materia orgánica en el primer horizonte y de baja a moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos profundos, de texturas finas, con capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases de media a alta y reacción de moderadamente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen edáfico isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las limitantes de estos suelos son: pendientes de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera y moderada, son tierras de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas tanto anuales como perennes.

La fase de suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión moderada, es de vocación agroforestal y por lo tanto, es apta para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Para los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual deben realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel,

establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados y una adecuada carga animal por hectárea; evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad en ambas fases, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 AJCd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-5, por lo que son tierras de vocación agrícola; la fase AJCd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-4, tierras de vocación agrícola. La fase AJCe2 pertenece a la clase VI, subclase VI p y grupo de manejo VI p-4, 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.

4.3.2.4 Consociación Santa Lucía Utatlán (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070403. Símbolo AJD

La Consociación Santa Lucía Utatlán se encuentra a inmediaciones de la aldea Tzucubal, cantón Palanquix, caseríos Balamabaj, Chiculín, Chiyaquilaj, Chuisajcap del municipio de Nahualá; caserío Los Tablones (Pacay) en el municipio de San José Chacayá; aldeas Chichimuch, Chuchexic, Pahaj y Pamesabal, caseríos Chuiatzan, Cruzbé, La Esperanza, El Novillero, parajes Nicajilín, Xampotón del municipio de Santa Lucía Utatlán; el caserío Chiculín del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán y el caserío Chuiquel del municipio de Sololá. Abarca una extensión de 1,622 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo “frío húmedo” (Código J), que se caracteriza por una temperaturas medias anuales entre 10 y 14.2°C y un rango de precipitaciones de 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 12.9 °C, precipitación anual media de 1,390 mm y una altitud media de 2,444 msnm. Se ubica dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1993) 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 4.162 se observa que el uso principal es la agricultura.



Figura 4.162. Terraza en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la figura se observan tierras agrícolas con el cultivo de maíz (Foto: W. González, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico y tipo de relieve terraza.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica (PM 070403) en un 90%. El 10% de la superficie está formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Santa Lucía Utatlán presenta las siguientes fases:

- **AJDb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (807 ha).
- **AJDc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (815 ha).

En la Figura 4.163 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y el fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

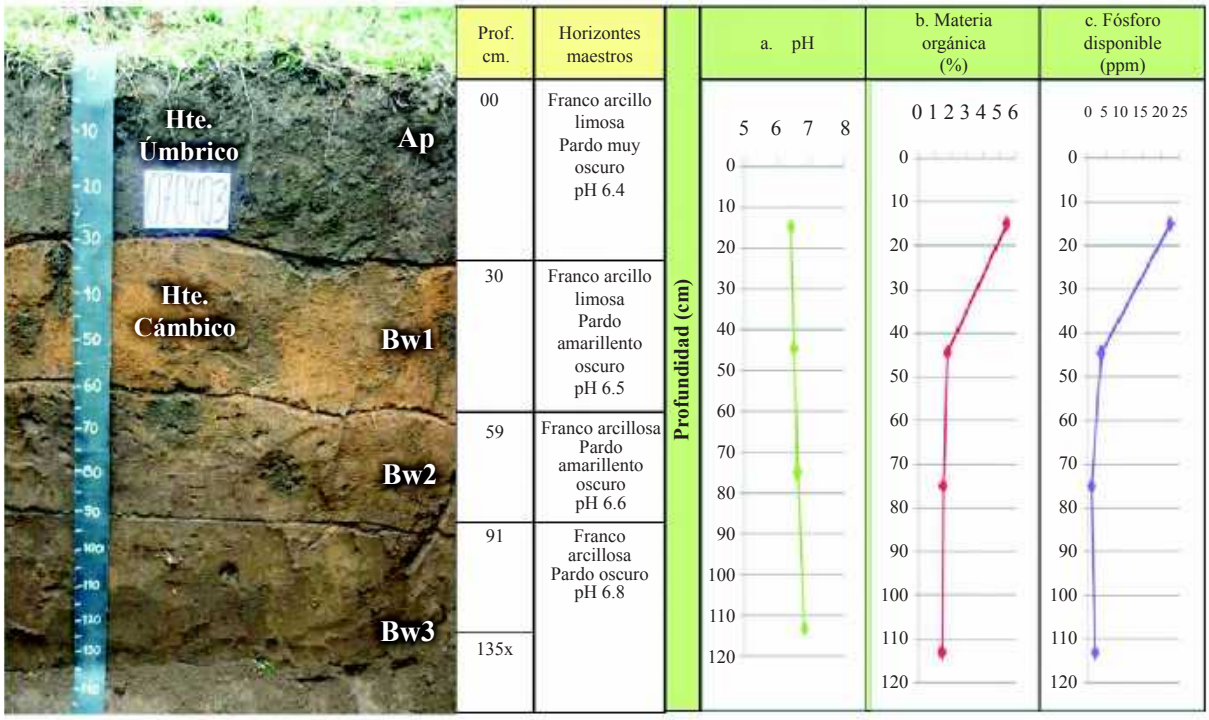


Figura 4.163. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 070403 de la Consociación Santa Lucía Utatlán; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070403

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070403:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Santa Lucía Utatlán
Símbolo		AJD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Lucia Utatlán
	Aldea	Pamesabal
	Caserío, sector, sitio, finca	A 200 metros de la escuela
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 414995
		Latitud (Y): 1633374
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2355
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
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		2,504 m.s.n.m.

Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,467 mm.
	Temperatura promedio anual	12.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	16.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	135 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		No hay
Describió		William Hernán González Martínez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		23-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); 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; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, 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 6.4, reacción ligeramente ácida; límite abrupto y ondulado.

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
30 – 59 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/6); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; 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.
59 – 91 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4), pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2), frecuentes (20%); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; 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 6.6, reacción neutra; límite difuso.
91 – 135x cm. Bw3	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3), pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2), frecuentes (20%); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, discontinuos; 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 6.8, reacción neutra.

Observaciones: El perfil presenta mezcla de materiales orgánicos de Ap hacia Bw1, Bw2 y Bw3, posiblemente ocasionados por organismos como la taltuza.

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

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070403:

Cuadro 4.189. Resultados de los análisis físicos del perfil 070403

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	0.88	1.18	79.78	41.32				14.18	12.26	13.17	25.42
30-59	0.97	1.14	91.61	47.14				21.57	7.24	7.67	14.91

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-30	27.14
30-59	25.57

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	23.00	9.02	13.98	8.98	6.27	0.80	1.42	0.49	0.04	27.27	3.50	6.16	2.14	0.44
30-59	25.00	8.23	16.77	8.20	5.46	0.68	1.60	0.46	0.03	21.82	2.73	6.40	1.83	0.36
59-91	21.50	9.47	12.03	9.44	7.86	0.75	0.49	0.34	0.03	36.57	3.50	2.26	1.58	0.32
91-135	33.00	13.03	19.97	13.01	9.22	1.42	2.09	0.29	0.02	27.93	4.29	6.32	0.87	0.15

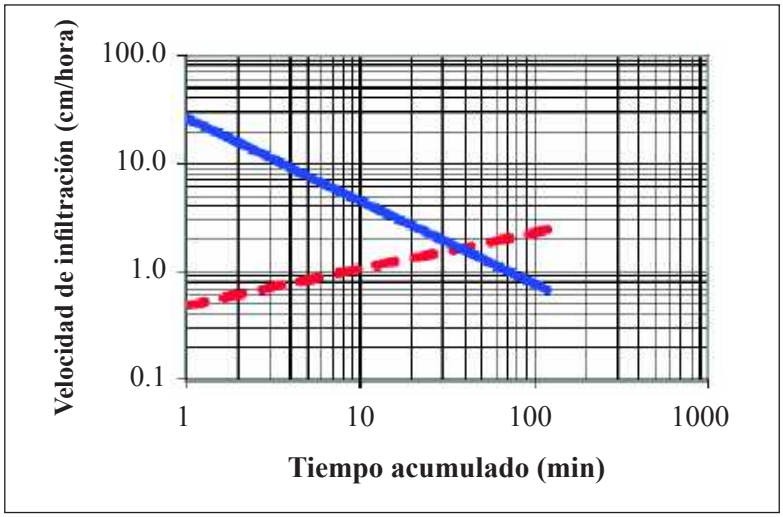
Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	39.06	1.20	0.20	20.18	2.03	45.10	1.50	1.30		
30-59	32.78	1.00	0.20	37.37	2.42	46.20	1.20	2.00		
59-91	43.91	1.68	0.20	39.68	3.16					
91-135	39.42	1.75	0.20	42.61	1.95					

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 química.

Cuadro 4.191. Resultados del análisis mineralógico del perfil modal 070403

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	0-30	30-59
Caolinita	-	+
Feldespatos	-	-
Intergrados 2:1 - 2:2	tr	-
Haloisita	-	-
Material no cristalino	tr	Tr
Metahaloisita	++++	++++
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	0-30	30-59
Anfiboles	4	7
Biotita	tr	tr
Circón	11	8
Cuarzo	27	34
Feldespatos plagioclasas	21	20
Feldespatos potásicos	tr	tr
Opacos	19	10
Piroxenos	10	9
Productos de alteración	5	7
Vidrio volcánico	3	4

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	?
No detectado	N.D.		



Infiltración instantánea ——
Infiltración acumulada - - - - -

$I = 26.68t^{(-0.763)}$ $r^2 = 0.85$

Interpretación: La infiltración básica es de 4.26 cm/h y se califica como moderada.

Figura 4.164. Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderada" de las pruebas para los suelos de la Consociación Santa Lucía Utatlán. Perfil modal 070403

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.163 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, de tipo A – B. El horizonte Ap es de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte B se subdivide en Bw1, Bw2, y Bw3, presentan colores que van de pardo amarillento oscuro a pardo oscuro, textura franco arcillo limosa a franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.189 la porosidad total presenta bajos valores, domina la microporosidad sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es media.

Según el Cuadro 4.190 y la Figura 4.163, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases media, el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el segundo horizonte y altos en los demás, el Magnesio presenta valores bajos, el Potasio presenta valores altos. El Fósforo disponible presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en los demás, la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Cobre, el Zinc y el Manganeso presentan valores bajos, el Hierro presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

De acuerdo con el de Cuadro 4.191 de los resultados de los análisis mineralógicos, resaltan los siguientes aspectos: dominancia de metahaloisita en la fracción arcilla, contrario a los demás suelos previamente comentados, donde los materiales amorfos eran los principales constituyentes de esta fracción. En las arenas la composición está dominada por cuarzo, plagioclasas y opacos con porcentajes menores, pero muy significativos de piroxenos, Anfiboles, circón y productos alterados. La composición señalada evidencia la génesis y evolución de estos suelos a partir de piroclastos, su bajo grado de alteración y la transformación de los materiales amorfos a metahaloisita.

En la Figura 4.164 se presenta la gráfica de infiltración de agua realizada en el perfil modal 070403, esta se ha determinado como moderada.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen y altos contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial. Son suelos profundos, de texturas moderadamente finas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases media y reacción ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen edáfico isomésico (entre 8.0 a 15.0 ºC).

La fase con pendientes de ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estas tierras son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas intensivos y ganadería intensiva.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año, estas tierras son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas intensivos y ganadería semi-intensiva.

Se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas, realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos. La ganadería intensiva implica: mejorar el hato ganadero con razas mejoradas, establecer pastos cultivados, el diseño adecuado de potreros, establecimiento de pastos de corte y en general un plan de manejo de la explotación ganadera, con pastos cultivados, adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta moderada retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas debe aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 AJDb1 pertenece a la clase II, subclase II pec y grupo de manejo II pec-2. La fase AJDc1, pertenece a la clase III, subclase III p y grupo de manejo III p-3; ambas fases 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.

4.3.2.5 Consociación Argueta (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - ceniza, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070111. Símbolo AJE

Los suelos de la Consociación Argueta se ubican a inmediaciones de los poblados Racantacaj, Chinahualá, Xequel del municipio de Nahualá; cantón Nueva Esperanza del municipio de San José Chacayá; el paraje Santa Rita del municipio de Santa Lucía Utatlán; aldea Argueta, caserío Durazno y las Fincas Alayo, San Juan de Argueta del municipio de Sololá. Tiene una extensión de 487 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo “frío húmedo” (Código J), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 10.0 y 14.2 ºC y un rango de precipitaciones de 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 13.5 °C, precipitación anual media de 1,249 mm y una altitud media de 2,309 msnm. Se ubica dentro de la Zona de Vida (Sistema Holdridge, De La Cruz, 1983) denominada bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MS), cuyas principales especies indicadoras ciprés común (*Cupressus lusitanica*), canac (*Chiranthodendron pentadactylon*), pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). De acuerdo con la Figura 4.165 el uso del suelo es agrícola.



Figura 4.165. Vallecito en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observan tierras labradas, en el municipio de Sololá (Foto: C. García, 2011).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico en relieve de vallecito.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - ceniza, isomésica (PM 070111) en un 80% y una inclusión del tipo Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isomésica (PI 070504) en un 20% del total del área.

La unidad posee una inclusión Typic Humustepts, familia fina, superactiva, isomésica (PI 070504), estos suelos se caracterizan por ser suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, saturación de bases media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH o reacción del suelo moderadamente ácida, reacción al NaF moderada, fertilidad natural alta, pendientes ligeramente inclinadas y erosión de grado ligero. (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación Argueta, presenta la siguiente fase:

- **AJEb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (249 ha).
- **AJEbp1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (238 ha).

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

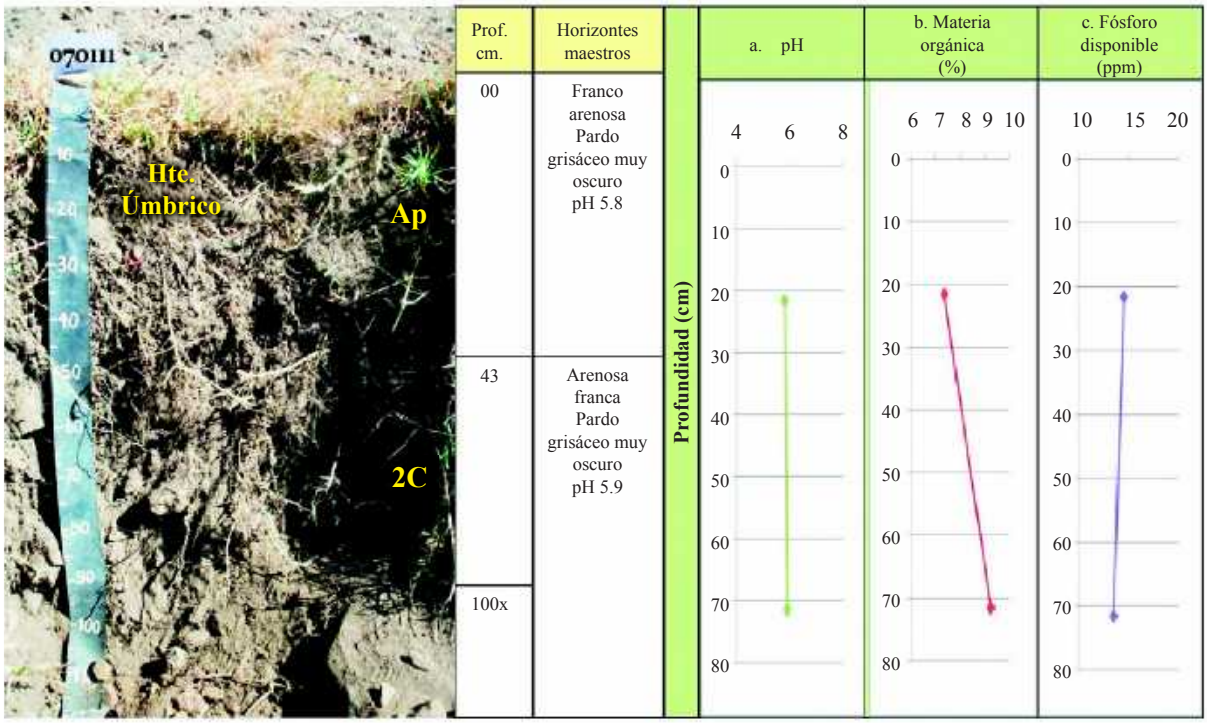


Figura 4.166. En la fotografía se observan los horizontes identificados del PM 070111 en la Consociación Argueta; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2011).

A). Descripción del perfil modal No. 070111

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070111:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Argueta
Símbolo		AJE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Andic Humustepts, familia ceniza sobre esquelética - ceniza, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Sololá
	Aldea	Argueta
	Caserío, sector, sitio, finca	Rio Argueta
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 420628
		Latitud (Y): 1639193
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2709
	Línea de vuelo No.	444
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Plano aluvio-coluvial

Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales
Altitud		2,339 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,196 mm.
	Temperatura promedio anual	13.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	13.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	4%
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	100 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y rastrojo
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca.
Vegetación natural		No presenta
Describió		Manuel Tum, Cesar García
Fecha de descripción		26-01-2011

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 43 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); poca gravilla (5%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; frecuente piedra (20%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; textura de campo y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; muchas raíces, medias y finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite gradual y plano.
43 – 100 cm. 2C	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); poca gravilla (10%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; abundante piedra (40%), irregular, mediana alteración, de naturaleza ígnea; textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 5.9, reacción moderadamente ácida.

B). Resultados de laboratorio: análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070111

Cuadro 4.192. Resultados de los análisis físicos del perfil 070111

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
0-43	0.84	1.65	63.52	22.87				11.21	31.42	17.67	49.09

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-43	11.66

Cuadro 4.193. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070111

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.
0-43	62.11	36.40	1.49	FA	FA	25	5.8	3.87	7.35				14.50	7.69	Alta
43-100	58.05	40.47	1.49	FA	AF	50	5.9	4.86	9.23				13.49		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-43	22.50	8.43	14.07	8.43	5.87	1.47	0.83	0.26		26.10	6.53	3.68	1.14	
43-100	23.50	6.08	17.42	6.08	3.82	1.36	0.73	0.17		16.27	5.80	3.09	0.71	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-43	37.45	1.80	1.10	55.60	1.00	42.10	0.70	0.60		
43-100	25.88	1.54	1.82	45.30	1.00	38.80	0.80	0.40		

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.166 los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A-C. El horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques

subangulares, consistencia friable. El segundo es un horizonte 2C, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arenosa franca, sin estructura (grano suelto), consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.192 la porosidad total es alta, en ella predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.193 y la Figura 4.166, la reacción del suelo es moderadamente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es media en el primer horizonte y baja en el último, el contenido de materia orgánica es medio.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios, el Magnesio presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en el segundo, el Potasio presenta valores altos. El Fósforo disponible presenta valores medios y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Cobre, Zinc, y Manganeso presentas valores bajos, mientras que el Hierro presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos medios de materia orgánica y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos profundos, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases de media a baja y reacción moderadamente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen edáfico isomésico (entre 8.0 y 15.0 ºC).

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%), erosión ligera, pedregosidad superficial, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estas tierras son de vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Se recomienda aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual deben realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. Estos suelos no se pueden mecanizar por los fragmentos de roca que tienen en el perfil y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad en ambas fases, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta moderada retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, aplicar Cobre, Zinc y Manganeso.

Necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente gruesas sobre gruesas deben aplicarse láminas con volúmenes bajos y aplicaciones frecuentes poco espaciadas 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, las fases AJEb1 y AJEbp1 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-4, por lo que su vocación es 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.

4.3.2.6 Consociación Río Nahualate (orden Inceptisol): Fluventic Haplustepts, familia francosa gruesa sobre esquelética-arenosa, superactiva, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070505. Símbolo AJF

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del caserío Chiculín en el municipio de Nahualá. Abarca una extensión de 32 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "frío húmedo" (Código J), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 10.0 y 14.2 ºC y un rango de precipitaciones de 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 2,300 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 13.6 °C, precipitación anual media de 1,503 mm y una altitud media de 2,208 msnm. Se ubica 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 4.167 se observa la agricultura como uso de la tierra.



Figura 4.167. Vallecito en el paisaje de Altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observan cultivos de maíz (Foto: R. Pacheco, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos aluvio - coluviales, en terrenos con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico en relieve de vallecito.

La Consociación está compuesta por los suelos Fluventic Haplustepts, familia francosa gruesa sobre esquelética - arenosa, superactiva, isomésica (PM 070505) en un 90%, el 10% de la superficie está formada por otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Río Nahualate, presenta las siguientes fases:

- **AJFbp1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), mediana pedregosidad superficial erosión ligera (23 ha).
- **AJFcp1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), mediana pedregosidad superficial erosión ligera (9 ha).

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

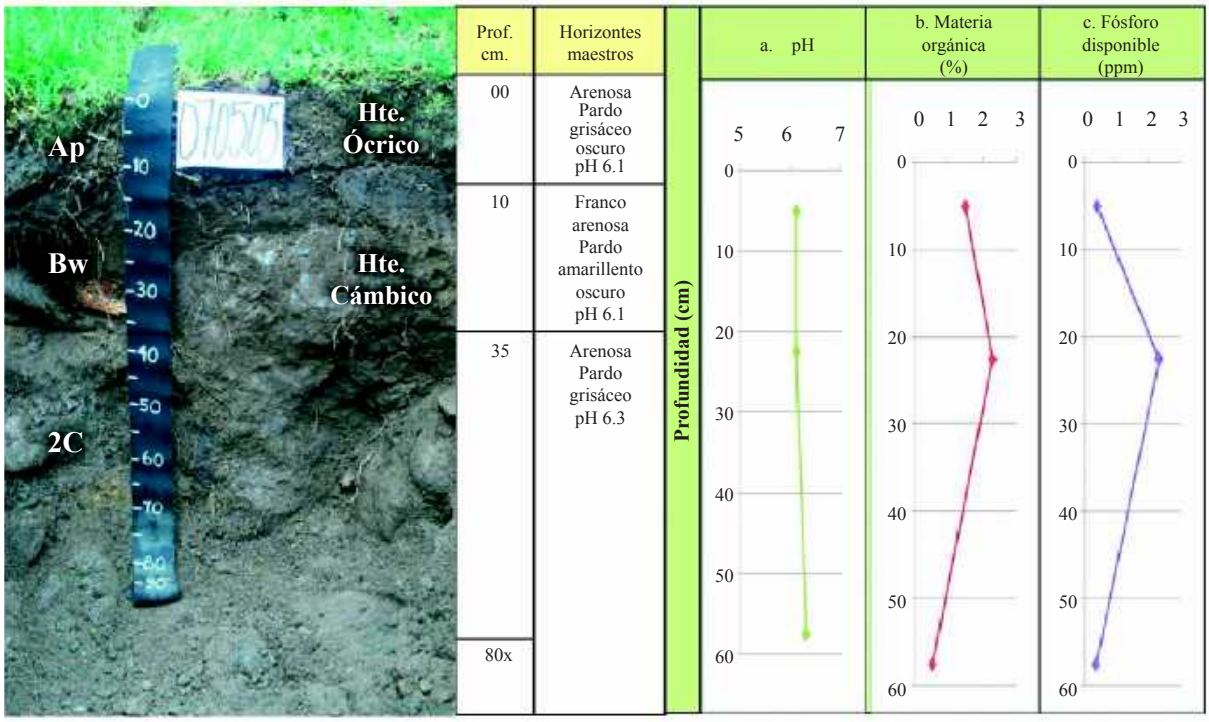


Figura 4.168. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 070505 de la Consociación Río Nahualá; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010)

A). Descripción del perfil modal No. 070505

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070505:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Río Nahualate
Símbolo		AJF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Ócrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Fluventic Haplustepts, familia francosa gruesa sobre esquelética-arenosa, superactiva, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Río Nahualá
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 411973
		Latitud (Y): 1637125
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2523
	Línea de vuelo No.	445
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Vallecito
	Forma del terreno	Plano aluvio-coluvial
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales
Altitud		2,184 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,516 mm.
	Temperatura promedio anual	13.5 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésica
	Temperatura a 50 cm.	16.9 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra, pedregón
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	15 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	35 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, presencia de fragmentos de roca en el perfil del suelo
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		23-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 10 cm. Ap	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente grava (25%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, medianos, tubulares, continuos; muchas 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 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
10 – 35 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, 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 6.1, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.
35 – 80x cm. 2C	Color en húmedo pardo grisáceo (10YR5/2); textura de campo arenosa y de laboratorio franco arenosa; extremadamente abundante piedra (65%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea y sedimentaria; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuente poros, medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada 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 070505:

Cuadro 4.194. Resultados de los análisis físicos del perfil 070505

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	1.07	1.12	41.7	36.49				14.81	0.56	3.91	4.46
10.-35	1.14	1.17	66.11	25.13				9.84	1.59	0.97	2.56

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-10	26.65
10.-35	15.29

Cuadro 4.195. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070505

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.
0-10	69.02	29.53	1.46	FA	A	25	6.1	0.79	1.50				0.40	6.23	Media
10.-35	58.46	40.07	1.47	FA	FA		6.1	1.21	2.30				2.34		
35-80	69.08	29.47	1.45	FA	A	65	6.3	0.27	0.52				0.37		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-10	12.00	1.80	10.20	1.77	0.61	0.58	0.38	0.20	0.03	5.07	4.84	3.15	1.68	1.7
10.-35	5.50	3.18	2.32	3.10	0.84	1.26	0.72	0.27	0.08	15.28	22.92	13.11	4.98	2.5
35-80	3.50	2.22	1.28	2.17	0.75	0.80	0.41	0.21	0.05	21.42	22.97	11.65	5.89	2.3

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-10	14.75	0.55	0.20	19.39	1.48	10.01	0.12	0.73		
10.-35	56.28	0.73	0.20	41.07	3.66	44.60	0.23	0.49		
35-80	61.93	0.35	0.20	15.94	1.77					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.168 los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B – C. El primer horizonte es un Ap, de color pardo grisáceo oscuro, textura arenosa, frecuente grava, sin estructura (grano suelto), consistencia suelta. El horizonte Bw es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el horizonte 2C, es de color pardo grisáceo, textura arenosa, extremadamente abundante piedra, sin estructura (grano suelto), consistencia suelta.

Como se observa en el Cuadro 4.194, la porosidad total es baja. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en el segundo.

Según el Cuadro 4.195 y la Figura 4.168 la reacción del suelo es ligeramente ácida, la capacidad de intercambio de cationes es media en el primer horizonte y desciende en profundidad, la saturación de bases es baja en el primer horizonte y alta en los siguientes; el contenido de materia orgánica es bajo.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores medios en el primer horizonte y altos en los siguientes, el Magnesio y el Calcio presentan valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo es baja en el primer horizonte y media en el segundo.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores medios en el primero y tercer horizonte, altos en el segundo; el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen aluvial, formados por materiales arrastrados por corrientes de agua, presentan contenidos bajos e irregulares de carbono orgánico en el perfil. Presenta contenidos medios a bajos de materia orgánica y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos superficiales, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, con saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de media a baja y reacción ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 8.0 a15.0°C, las que corresponden a un régimen isomésico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son: pendientes que van de ligeramente inclinadas (3–7%) a moderadamente inclinadas (7– 12%), erosión ligera, pedregosidad superficial, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Por sus limitaciones estas tierras son de vocación agroforestal, por lo que son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. Estos suelos no se pueden mecanizar por sus fragmentos de roca en el perfil y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia para evitar la escorrentía. Es recomendable establecer cortinas rompevientos para minimizar los efectos de la erosión eólica así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Debido al bajo contenido de materia orgánica que poseen, es necesario incrementar los niveles para lo cual se recomienda adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas gruesas deben aplicarse láminas con volúmenes bajos y frecuentes aplicaciones poco espaciadas en el tiempo, 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, las fases AJFbp1 y AJFcp1 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-4 por lo que su vocación es 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.

4.3.2.7 Consociación Las Canoas Altas (orden Molisol): Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070902. Símbolo ASA

La Consociación Las Canoas Altas se encuentra ubicada a inmediaciones de las aldeas Las Canoas, los caseríos Chuisajcá, Las Canoas Altas, Las Cruces y Panimatzalam, labor Sequiché del municipio de San Andrés Semetabaj; las aldeas Agua Escondida, Ojo de Agua, el caserío San José Xequinabaj, del municipio de San Antonio Palopó; caserío Chitún del municipio de Santa Clara La Laguna; cabecera del municipio de Santa María Visitación; Cooperativa El Tablón en el municipio de Sololá. Esta unidad abarca una extensión de 1,285 hectáreas.

Según Thornthwaite (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 y 17.0 ºC y un rango de precipitaciones de 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 15.2 °C, precipitación anual media de 1,247 mm y una altitud media de 2,152 msnm. Se ubica 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. De acuerdo con la Figura 4.169 el uso del suelo es agrícola.



Figura 4.169. Lomas en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observan tierras cultivadas con maíz, frijol y arveja, en el municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: R. Pacheco, 2010).

Estos suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico en relieve de lomas.

La Consociación está compuesta por los suelos Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PM 070902) en un 80%; Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 071207) en un 20% del total del área.

La inclusión Typic Haplustolls, familia fina, superactiva, isotérmica (PI 071207), posee las siguientes características: son profundos, bien drenados, de texturas finas y fertilidad alta, presentan erosión hídrica laminar ligera y media retención de humedad, en estos suelos se aprecia agricultura y forestería (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación Las Canoas Altas, presenta las siguientes fases:

- **ASAc2:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión moderada (23 ha).
- **ASAd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera (174 ha).
- **ASAd2:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión moderada (90 ha).
- **ASAe1:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión ligera (4 ha).
- **ASAe2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión moderada (746 ha).
- **ASAep2:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial erosión moderada (248 ha).

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

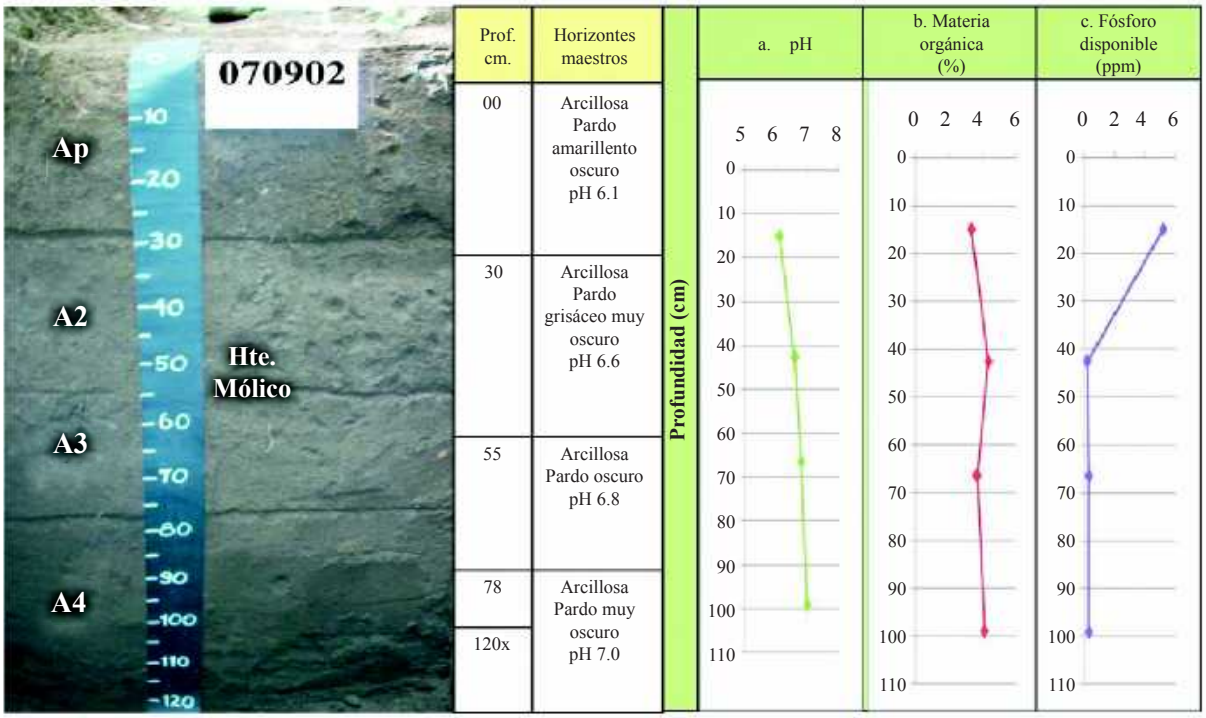


Figura 4.170. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del PM 070902 de la Consociación Las Canoas Altas; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: R. Pacheco, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070902

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070902:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Las Canoas Altas
Símbolo	ASA

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Andrés Semetabaj
	Aldea	Las Canoas Altas
	Caserío, sector, sitio, finca	A 200 metros al sur de las Cruces
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 434238
		Latitud (Y): 1628683
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2243
	Línea de vuelo No.	448
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Lomas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)
Altitud		2,288 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,326 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	18.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Lento
	Externo	Lento a medio
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	120 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol, arveja
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		No hay
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		18-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 30 cm. Ap	Color pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo 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, finos, tubulares, continuos; frecuentes 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 6.1, reacción ligeramente ácida; límite difuso.
30 – 55 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo 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, finos, tubulares, continuos; frecuentes 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 6.6, reacción neutra; límite difuso.
55 – 78 cm. A3	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl y ligera al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y plano.
78 – 120x cm. A4	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes 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 7.0, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos del perfil modal 070902

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070902:

Cuadro 4.196. Resultados de los análisis físicos del perfil 070902

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	0.95	1.65	41.13	27.00				15.76	14.57	27.85	42.42
30-55	0.88	1.42	88.36	77.14				18.29	4.83	33.20	38.03
55-78	0.87	1.05	55.08	43.59				15.75	3.58	13.57	17.14

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-30	11.24			
30-55	58.85			
55-78	27.84			

Cuadro 4.197. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070902

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.
0-30	41.12	53.01	5.86	FL	Ar		6.1	1.76	3.34				5.18	7.94	Alta
30-55	28.78	60.49	10.73	FL	Ar		6.6	2.30	4.37				0.20		
55-78	41.10	50.88	8.02	FL	Ar		6.8	1.94	3.69				0.29		
78-120	44.67	47.51	7.82	FA	Ar		7.0	2.18	4.14				0.29		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-30	28.48	16.52	11.96	16.52	6.00	10.00	0.37	0.15		21.08	35.12	1.29	0.52	
30-55	30.19	24.48	5.71	24.48	9.18	13.79	1.34	0.17		30.41	45.67	4.44	0.57	
55-78	26.20	21.28	4.92	21.28	8.93	11.81	0.42	0.12		34.08	45.08	1.60	0.46	
78-120	24.49	23.56	0.93	23.56	10.12	12.96	0.26	0.22		41.30	52.93	1.06	0.90	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-30	58.02	0.90	2.55	11.05	27.85	51.20	1.10	1.60		1.53
30-55	81.09	0.50	1.30	3.00	14.85	56.50	0.96	1.20		1.65
55-78	81.22	0.30	1.15	3.95	22.30	53.60				1.73
78-120	96.19	0.35	1.25	2.85	10.00					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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.170 y la descripción del perfil, los suelos presentan un perfil de evolución moderada. El horizonte A es de su color pardo amarillento oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable, el horizonte A2, es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable, el horizonte A3 tiene un color pardo oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable y por último el horizonte A4 es de color pardo muy oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.196 la porosidad total en los dos primeros horizontes es media y baja en el último, en ella predomina la microporosidad domina sobre la macroporosidad, la humedad aprovechable es baja en el primer horizonte, muy alta en el segundo y media en el ultimo.

Según el Cuadro 4.197 y la Figura 4.170, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es alta, el contenido de materia orgánica es medio.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos en el segundo y tercer horizonte y medios en el primero, el Magnesio presenta valores altos, el Potasio presenta valores altos en los dos últimos horizontes y medios en el primero. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Cobre y el Zinc presentan valores bajos, el Manganeso presenta valores altos, el Hierro presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, con contenidos medios de materia orgánica. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Son suelos profundos, de texturas finas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases alta, reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas (entre 15.0-22.0°C) las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan a las pendientes que van de moderadamente inclinadas a ligeramente escarpadas, erosión ligera a moderada, texturas finas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y erosión moderada; las que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión ligera a moderada; son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas tanto anuales como perennes.

Las fases de estos suelos con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y erosión moderada, son de vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y sistemas extensivos silvopastoriles.

Para los suelos con vocación agrícola se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

En los suelos con vocación agroforestal se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual deben realizarse siembras al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, deben aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas finas deben aplicarse láminas con volúmenes altos y espaciados 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 ASAc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-1; la fase ASAd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-4; la fase ASAd2 pertenece a la clase IV, subclase IV pe y grupo de manejo IV pe-3; son suelos con vocación agrícola.

Las fases ASAe1, ASAe2 y ASAep2, pertenecen 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.

4.3.2.8 Consociación Santa María Visitación (orden Andisol): Dystric Haplustands, familia ceniza sobre medial, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070301. Símbolo ASB

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de la cabecera municipal de Santa Clara La Laguna y la finca El Panorama del municipio de Santa Clara La Laguna; la cabecera municipal de del municipio de Santa María Visitación. Abarca una extensión de 314 hectáreas.

Según Thornthwaite (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 y 17.0 º C y un rango de precipitaciones de 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, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 14.8 °C, precipitación anual media de 1,244 mm y una altitud media de 2,063 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 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 4.171 se observa el uso agrícola de las tierras.



Figura 4.171. Abanico en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observan tierras agrícolas en el municipio de Santa María Visitación (Foto: D. López, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos hidro–volcánicos (tefras, pómez y lodo), en terrenos con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico en relieve de abanico.

La Consociación está compuesta por el suelo Dystric Haplustands, familia ceniza sobre medial, isotérmica (PM 070301) en un 90%. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Santa María Visitación, presenta las siguientes fases:

- **ASBb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (146 ha).
- **ASBc2:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión moderada (168 ha).

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

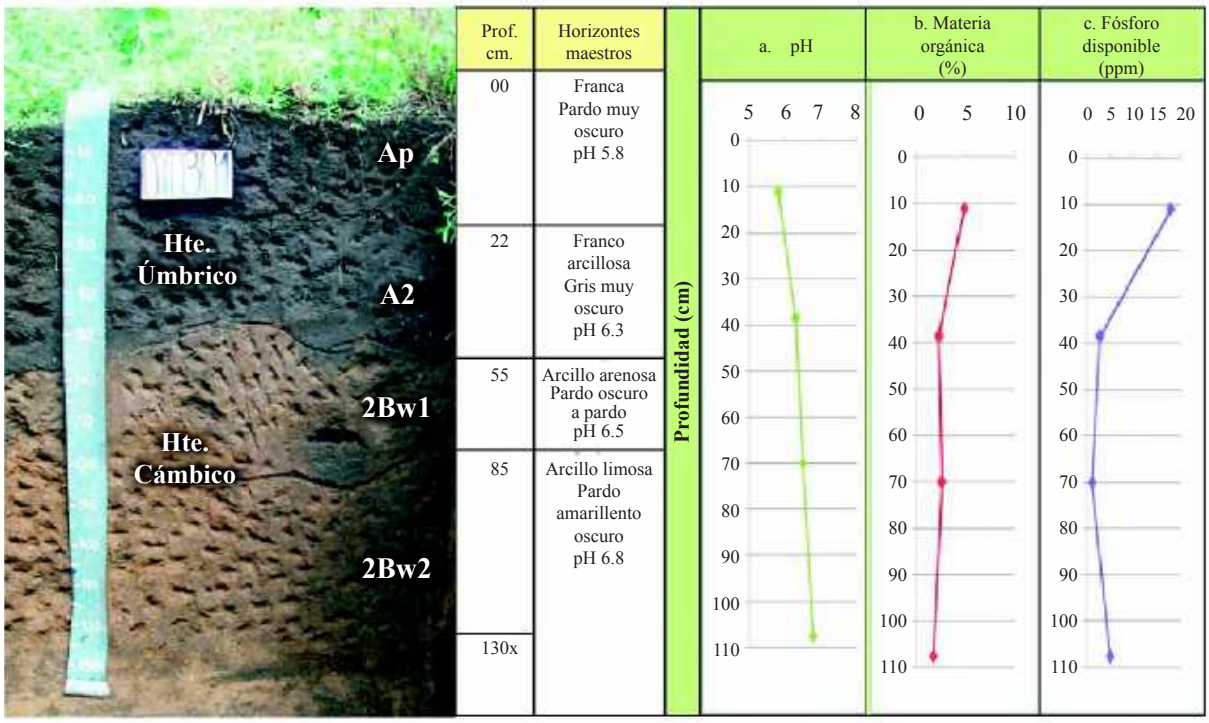


Figura 4.172. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del PM 070301 de la Consociación Santa María Visitación; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: D. López, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070301

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070301:

Tipo de perfil	Modal
Unidad Cartográfica	Consociación Santa María Visitación
Símbolo	ASB

Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Dystric Haplustands, familia ceniza sobre medial, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa María Visitación
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 412416
		Latitud (Y): 1626892
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2262
	Línea de vuelo No.	448
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos hidro – volcánicos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		2,034 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,363 mm.
	Temperatura promedio anual	15 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo.
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Medio
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-

Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Maíz
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, erosión moderada
Vegetación natural		No hay
Describió		Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		24-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 22 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, tubulares e 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 5.8, reacción moderadamente ácida; límite difuso.
22 – 55 cm. A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medios, tubulares e irregulares, continuos; pocas 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 6.3, reacción ligeramente ácida; límite gradual e irregular.
55 – 85 cm 2Bw1	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques angulares, gruesos, fuertes; consistencia en húmedo friable; en mojado ligeramente pegajosa y plástica; muchos poros, finos, irregulares, continuos; no hay raíces; poca 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 ondulado.
85 – 130x cm. 2Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franca limosa; estructura en bloques angulares, medios, fuertes; consistencia en húmedo friable; 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, 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 070301:

Cuadro 4.198. Resultados de los análisis físicos del perfil 070301

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
0-22	1.06	1.21	71.84	38.28				10.29	5.79	6.61	12.40
22-55	0.84	1.62	76.87	40.91				15.83	22.52	25.62	48.15
55-85	0.90	1.51	90.08	43.22				20.13	21.01	19.38	40.40

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-22	27.99
22-55	25.08
55-85	23.09

Cuadro 4.199. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070301

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.
0-22	47.21	49.21	3.59	FA	F	3	5.8	2.55	4.85				18.01	7.19	Alta
22-55	49.24	47.17	3.59	FA	FAr		6.3	1.19	2.26				2.84		
55-85	46.84	49.55	3.61	FA	ArA		6.5	1.36	2.58				1.17		
85-130	35.40	63.02	1.59	FL	ArL		6.8	0.91	1.72				5.00		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-22	32.50	6.55	25.95	6.47	4.61	0.84	0.73	0.29	0.08	14.18	2.57	2.26	0.89	1.2
22-55	16.00	5.45	10.55	5.40	3.83	0.79	0.54	0.24	0.05	23.96	4.96	3.36	1.47	0.92
55-85	16.00	4.20	11.80	4.16	2.81	0.59	0.50	0.26	0.04	17.57	3.71	3.10	1.63	0.95
85-130	20.00	6.52	13.48	6.48	3.90	0.86	1.43	0.30	0.04	19.48	4.28	7.13	1.50	0.61

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-22	19.90	1.17	0.20	22.73	1.02	10.70	1.40	1.50		1.67
22-55	33.76	1.01	0.20	16.20	1.10	52.80	2.20	1.70		1.57
55-85	26.00	0.74	0.20	19.67	1.00	60.70				
85-130	32.40	1.32	0.20	46.70	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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.172, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B. El horizonte Ap es de color pardo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte A2 es de color gris muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte 2Bw1 es de color pardo oscuro a pardo, textura arcillo arenosa, estructura en bloques angulares y consistencia friable. El horizonte 2Bw2 es de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo limosa, estructura en bloques angulares y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.198, la porosidad total es alta en el segundo horizonte, media en el tercer horizonte y baja en el primero, predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es media.

Según el Cuadro 4.199 y la Figura 4.172 la reacción del suelo varía de moderadamente acida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes alta en el primer horizonte, es media en los demás, la saturación de bases es baja, el contenido de materia orgánica es medio en el primero y bajo en los demás horizontes.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores bajos en el tercer horizonte y medios en los demás, el Magnesio presenta valores bajos, el Potasio presenta valores altos. El Fósforo disponible presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad, la retención de fósforo se estima como baja en el primer horizonte y media en el resto del perfil.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores medios en el segundo y tercer horizonte y altos en los demás, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas. Presentan moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo y contenidos medios de materia orgánica en el primer horizonte. Son suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, saturación de bases baja y reacción moderadamente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15.0 a 22.0°C, las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos, están asociadas a las pendientes de ligera a moderadamente inclinadas, erosión moderada, texturas moderadamente finas sobre finas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), texturas moderadamente finas sobre finas; las que poseen pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera y moderada, texturas moderadamente finas sobre finas, son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas tanto anuales como perennes y agricultura semi-intensiva.

Se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos cuya intensidad deberá incrementarse según incremente la pendiente en las fases, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Para evitar la destrucción de la estructura se recomienda un laboreo mínimo y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizarse la erosión eólica. Las actividades ganaderas deben realizarse en forma semi-intensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilidad, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, aplicar Cobre, Zinc y Manganeso.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas y finas deben aplicarse láminas mayores en volumen y aplicaciones moderadamente espaciadas 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 ASBb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-3; la fase ASBc2 pertenece a la clase IV, subclase IV e y grupo de manejo IV e-1, poseen 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.

4.3.2.9 Consociación Las Cruces (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070901. Símbolo ASC

La unidad cartográfica está ubicada a inmediaciones de las aldeas Godínez, Las Cruces, los caseríos Choaquec, Chuití Estancia, La Comunidad, Finca La Lucha y comunidad agraria Panimatzalán del municipio de San Andrés Semetabaj; cantón San José Xiquinabaj, sitio arqueológico del municipio de San Antonio Palopó; aldea El Tablón, los caseríos Chimanzana, Chuarixché, El Barranco, el paraje Paxicom, Cooperativa El Tablón, sitio arqueológico Sololá en el municipio de Sololá. Esta unidad abarca una extensión de 1,846 hectáreas.

Según Thornthwaite (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 y 17.0 ºC y un rango de precipitaciones de 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, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 14.9 °C, precipitación anual media de 1,269 mm y una altitud media de 2,277 msnm. Se ubica 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 la Figura 4.173 el uso del suelo es agrícola.

Estos suelos se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico en relieve de terraza.



Figura 4.173. Terraza en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observan tierras cultivadas con maíz y hortalizas en el municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: W. González, 2010).

La Consociación está compuesta por el suelo Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isotérmica (PM 070901) en un 80% y por el suelo Humic Haplustands, familia medial, isotérmica (PI 030608) en un 20% del total del área.

La inclusión de la Consociación corresponde a los suelos 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. Este suelo fue identificado en el departamento de Sacatepéquez (ver MAGA-IGAC, 2012) y la descripción detallada se localiza en el Anexo B.

La Consociación Las Cruces, presenta las siguientes fases:

- **ASCb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (1,430 ha).
- **ASCc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (416 ha).

En la Figura 4.174 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

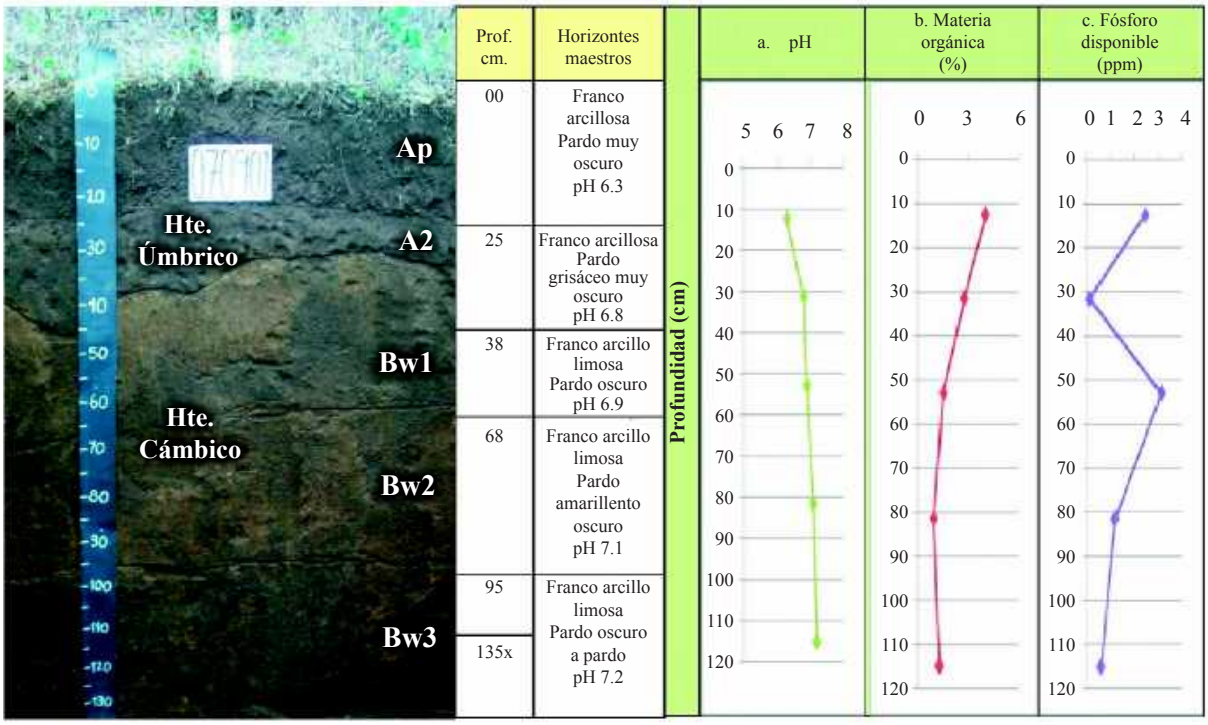


Figura 4.174. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 070901 de la Consociación Las Cruces; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070901

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070901:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Las Cruces
Símbolo		ASC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isotérmica**

Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Andrés Semetabaj
	Aldea	Las Cruces
	Caserío, sector, sitio, finca	A 100 metros del entronque de las cruces
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 434453
		Latitud (Y): 1629226
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2306
	Línea de vuelo No.	447
	Bloque No.	04
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		2,242 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,380 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	135 cm.
	Limitante	Sin limitaciones

Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, fríjol, tomate, arveja, ornamentales
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		William Hernán González Martínez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		18-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, medios, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligero al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
25 – 38 cm. A2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, finos, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos, medios, 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 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
38– 68 cm. Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, discontinuos; pocas raíces, finas, 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 gradual y plano.
68 – 95 cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuente poros, finos y medianos, discontinuos; pocas raíces, finas, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.1, reacción neutra; límite gradual y plano.
95 – 135x cm. Bw3	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (7.5YR4/2); textura de campo franco arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares, finos, medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos y medianos, discontinuos; pocas raíces, finas, medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.2, 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 070901:

Cuadro 4.200. Resultados de los análisis físicos del perfil 070901

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	1.16	35.19	34.26				14.71	0.34	12.59	12.93
25-38	1.01	1.24	36.30	34.44				19.73	0.95	17.60	18.55
38-68	1.02	1.07	35.57	35.40				23.31	0.02	4.65	4.67

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	19.65
25-38	14.71
38-68	12.09

Cuadro 4.201. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070901

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	49.39	44.95	5.68	FA	FAr		6.3	2.12	4.03				2.44		
25-38	47.31	46.80	5.89	FA	FAr		6.8	1.46	2.77				0.10		
38-68	45.31	48.82	5.88	FL	FArL		6.9	0.80	1.52				3.13	7.55	Alta
68-95	33.51	55.41	11.08	FL	FArL		7.1	0.50	0.95				1.17		
95-135	50.01	48.30	1.69	FL	FArL		7.2	0.68	1.29				0.59		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	20.51	8.55	11.96	8.55	4.16	3.78	0.51	0.09		20.31	18.45	2.49	0.42	
25-38	22.22	7.20	15.02	7.20	6.35	0.39	0.23	0.23		28.59	1.78	1.01	1.02	
38-68	22.22	17.16	5.05	17.16	7.89	8.72	0.51	0.03		35.54	39.25	2.30	0.16	
68-95	26.20	24.31	1.89	24.31	11.20	11.68	1.28	0.16		42.73	44.58	4.88	0.60	
95-135	29.62	16.41	13.21	16.41	14.12	0.99	1.04	0.26		47.65	3.33	3.52	0.88	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	41.67	0.95	3.30	5.55	10.60	24.30	1.10	1.80		1.76
25-38	32.40	1.80	1.15	6.90	12.95	53.30	1.20	1.60		1.48
38-68	77.25	1.95	2.00	6.65	11.50	37.10				
68-95	92.79	1.75	1.20	8.90	24.55					
95-135	55.39	1.00	2.75	3.65	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 química.

Cuadro 4.202. Resultados del análisis mineralógico del perfil 070901

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	25-38	38-68
Cristobalita	Tr	Tr
Caolinita	Tr	-
Feldespatos	++	++
Intergrados 2:1 - 2:2	-	-
Haloisita	-	Tr
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	+	-

Especies minerales de la fracción de arena	Profundidad (cm)	
	25-38	38-68
Anfiboles	Tr	Tr
Circón	8	7
Cuarzo	12	10
Feldespatos plagioclasas	25	30
Opacos	36	40
Piroxenos	9	6
Productos de alteración	10	7
Vidrio volcánico	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	?
No detectado	N.D.		

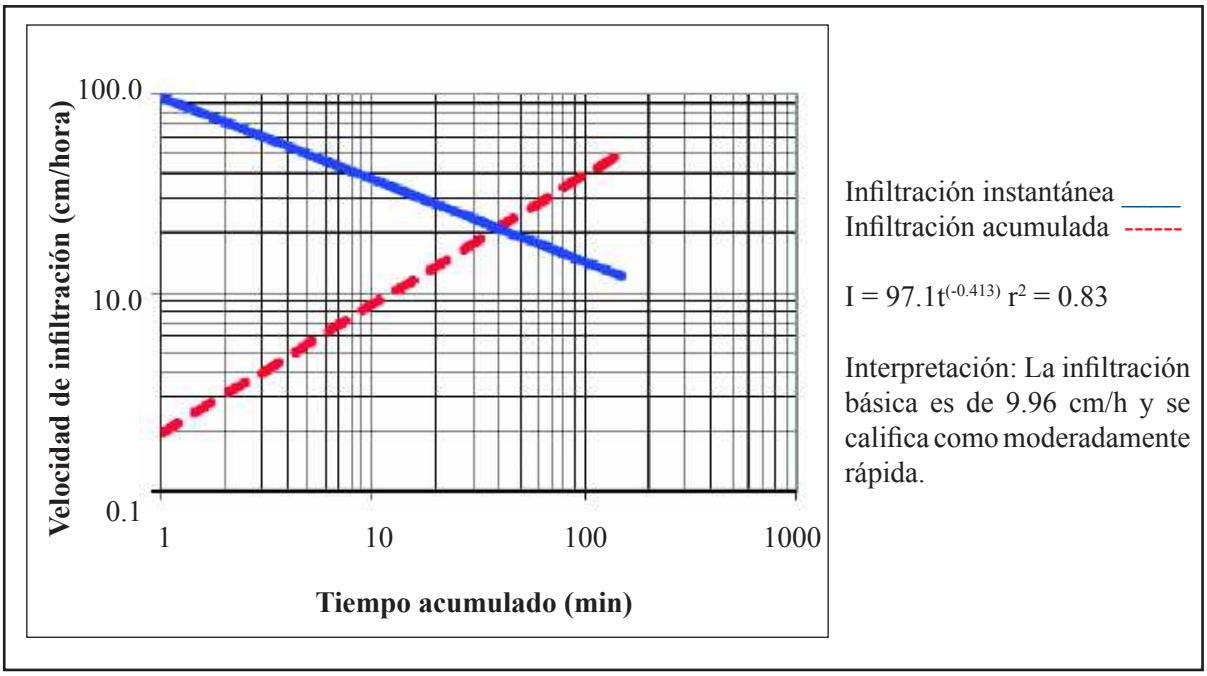


Figura 4.175. Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración "moderadamente rápida" de las pruebas para los suelos de la Consociación Las Cruces. Perfil modal 070901

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.174 los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B. El horizonte Ap presenta un color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable, el horizonte A2 presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable. El horizonte Bw1 es de color pardo oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable, el horizonte Bw2, presenta un color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable, el horizonte Bw3 tiene un color pardo oscuro a pardo, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable.

Como se observa en el cuadro 4.200 la porosidad total es baja. La humedad aprovechable es baja.

Según el Cuadro 4.201 y la Figura 4.174 la reacción del suelo varia de acida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es media en el primero y segundo horizontes, alta en los demás, el contenido de materia orgánica es medio en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el primer horizonte y altos en los demás, el Magnesio presenta valores altos en el primero, tercero y cuarto horizonte, bajos en los demás, el Potasio presenta valores medios en el segundo horizonte y altos en los demás. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo es baja en el primer horizonte y media en el segundo y tercero.

Respecto a los elementos menores, el Hierro y Cobre presentan valores bajos, el Zinc presenta valores medios en el primero y bajos en los demás, el Manganeso presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Los resultados de los análisis mineralógicos (Cuadro 4.202), indican la influencia de materiales piroclásticos, comunes en la zona de estudio. El material no cristalino (amorfo) domina en la composición de las arcillas. En la fracción arena predominan las plagioclasas y los opacos, el cuarzo y los productos alterados se encuentran en el rango de 7 a 12%. Los piroxenos y el circón se presentan en el rango de 6 a 9%. La composición mineralógica se vincula a grados de evolución bajos y explica algunas características del suelo (ejemplo: clase superactiva).

En la Figura 4.174 se presenta la gráfica de infiltración de agua en el suelo dada en cm/h la cual se ha determinado como moderadamente rápida, realizada en el perfil modal 070901.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos medios de materia orgánica en el primer horizonte y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos profundos, de texturas moderadamente finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases de media a alta y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15.0 a 22.0°C, las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son las pendientes que van desde ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La fase que posee pendientes ligeramente inclinadas (3–7%), erosión ligera y régimen de humedad ústico son aptas para implementar cultivos agrícolas anuales y perennes, así como para actividades de ganadería intensiva.

La fase con pendientes moderadamente inclinadas (7–12%) y erosión ligera; son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas tanto anuales como perennes y ganadería semi-intensiva.

Se recomienda implementar prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Para evitar la degradación de la estructura del suelo se recomienda un laboreo mínimo y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizar la erosión eólica. Las actividades ganaderas deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

La ganadería intensiva implica: mejorar el hato ganadero con razas mejoradas, establecer pastos cultivados, el diseño adecuado de potreros, establecimiento de pastos de corte y en general un plan de manejo de la explotación ganadera.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. La fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Hierro y Cobre.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas deben aplicarse láminas mayores en volumen y aplicaciones moderadamente espaciadas 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 ASCb1 pertenece a la clase II, subclase II pec y grupo de manejo II pec-1. La fase ASCc1 pertenece a la clase III, subclase III p y grupo de manejo III p-2; ambas fases 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.

4.3.2.10 Consociación Cerritos (orden Molisol): Typic Haplustolls, familia Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040903. Símbolo ASD

Los suelos de esta unidad se localizan a inmediaciones del poblado Caliaj, en el municipio de San Andrés Semetabaj. La Consociación tiene una extensión de 89 hectáreas. Esta unidad es compartida con el departamento de Chimaltenango, donde fue identificado y muestreado el suelo modal, se puede consultar MAGA-IGAC (2010).

Según Thornthwaite (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 y 17.0 ºC y un rango de precipitaciones de 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, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 14.9 °C, precipitación anual media de 1,458 mm y una altitud media de 2,262 msnm. Se ubica 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. En la Figura 4.176 se observa el uso agrícola del suelo.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico en relieve de terraza.

La Consociación está compuesta por el suelo Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, activa, isotérmica (PM 040903) en un 80%, con inclusión de suelos: Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (PI 040904) en un 20% del total del área.



Figura. 4.176. Terraza en el paisaje de Altiplano hidro-volcánico, municipio de San Andrés Semetabaj, en la fotografía se observa cultivo de maíz y frijol (Foto: C. García, 2010).

La inclusión está vinculada con suelos Typic Haplustands, familia medial, isotérmica (PI 040904), se caracterizan por ser profundos, bien drenados, con texturas moderadamente gruesas y fertilidad natural alta, no presentan erosión, pero sí déficit de agua en época seca, son suelos productivos, donde se aprecian cultivos como frijol, maíz y la agroforestería (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación Cerritos, presenta la siguiente fase:

- **ASDb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (89 ha).

En la Figura 4.177 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

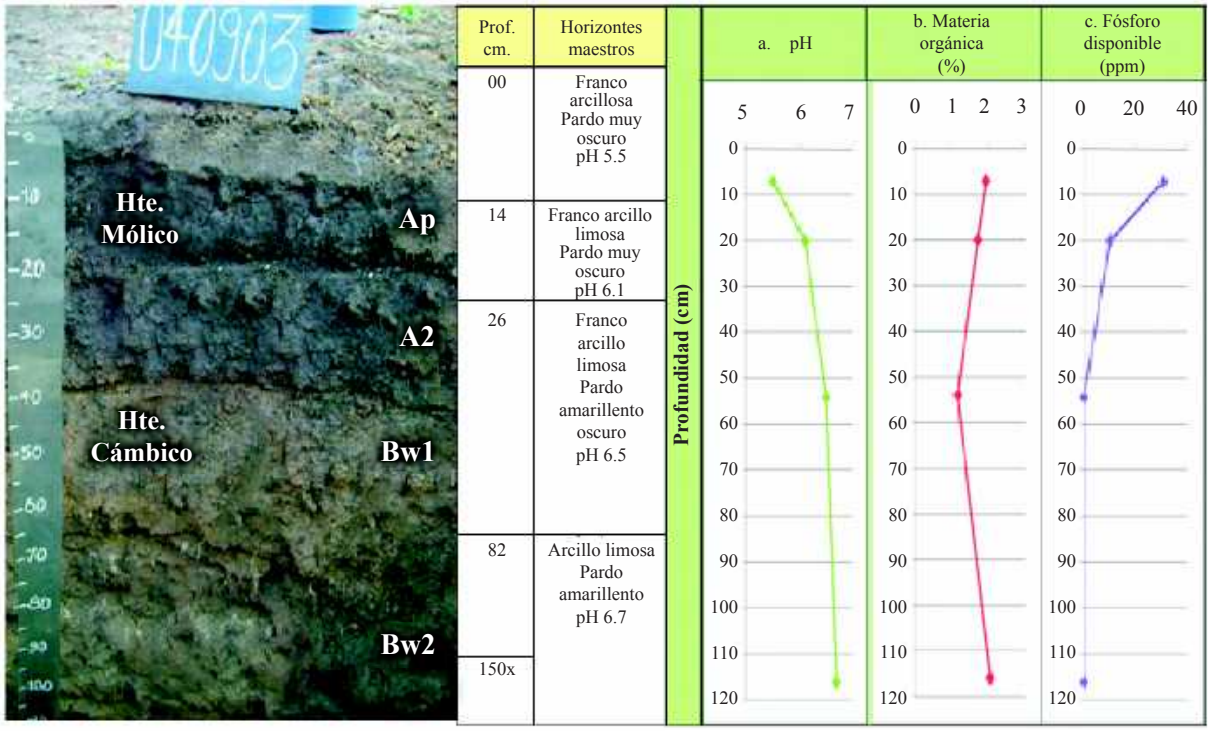


Figura 4.177. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 040903 de la Consociación Cerritos; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: O. Illescas, 2007).

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 (Ver MAGA- IGAC, 2010), por lo que 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 Cerritos
Símbolo		ASD
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Haplustolls, familia francosa fina sobre arcillosa, 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 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente planas
	Rango	0 – 3%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,400 mm
	Temperatura promedio anual	14.0 ºC
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	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 de campo y laboratorio 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 de campo franco arcillo limosa y de laboratorio 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 de campo franco arcillo limosa y de laboratorio 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 de campo arcillo limosa y de laboratorio 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, químicos y mineralógicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 040903:

Cuadro 4.203. Resultados de los análisis físicos del perfil 040903

Profundidad	Densidades g/cc		Contenido de humedad %			Porosidades %		
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 4.204. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040903

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 – 14	44.53	25.13	30.34	FAr	FAr		5.5	1.02	1.94				30.84	8.19	Alta
14 – 26	39.42	21.81	38.77	FAr	FArL		6.1	0.90	1.71				9.92		
26 – 82	24.85	28.46	46.69	Ar	FArL		6.5	0.60	1.14				ND		
82 – 150	18.30	43.47	38.33	FArL	ArL		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	S.A.I.
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 química.

Cuadro 4.205. Resultados del análisis mineralógico del perfil inclusión 040904

Minerales presentes en la fracción arcilla	Profundidad (cm)		
	18 – 35	35 - 67	67 - 90
Material no cristalino	++++	++++	++++
Feldespatos	Tr	+	+
Cristobalita	-	-	-
Haloisita	-	+	++
Intergrados 2:1-2:2	-	-	-
Micas	-	-	-
Metahaloisita	-	-	-
Cuarzo	-	-	-
Minerales presentes en la fracción arena	**Profundidad (cm)**		
	18 - 35	**35 - 67**	**67 - 90**
Feldespatos	70%	44%	73%
Circón	Tr	Tr	Tr
Granos Alterados	Tr	Tr	Tr
Vidrio volcánico	4%	7%	Tr
Horblenda	2%	5%	2%
Magnetita	2%	10%	3%
Hiperstena	8%	21%	9%
Fragmentos de Toba	3%	Tr	3%
Lamprobolita	2%	1%	Tr
Hematina	2%	2%	1%
Diópsido	5%	8%	7%
Cuarzo	2%	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	?

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.177 los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B. El primero es un horizonte Ap, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia firme; el segundo horizonte es un A2 de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia firme; el tercero es un horizonte Bw1 de color pardo amarillento, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia firme; el último es un horizonte Bw2 de color pardo amarillento, textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia firme.

Como se observa el Cuadro 4.203 la porosidad total es alta, en ella predomina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y muy baja en el segundo y tercero.

Según el Cuadro 4.204 y la Figura 4.177, la reacción del suelo varía de fuertemente ácida a neutra, 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 y el Potasio presentan valores altos, el Magnesio presenta valores medios. El Fósforo disponible presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en el segundo, la retención de fósforo se estima como media en el primero y segundo horizonte y baja en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad es alta.

En estos suelos los minerales presentes en la fracción arcilla son material no cristalino, haloisita y bajos contenidos de feldespatos (Cuadro 4.205), los cuales solo aparecen la haloisita subsuperficialmente. Los minerales dominantes en la fracción arena son los feldespatos. Los piroxenos son comunes y mucho más abundantes a los anfíboles, otros minerales como el cuarzo y vidrio volcánico, se presentan en porcentajes bajos. Estos se reparten más o menos homogéneamente en el perfil del suelo confirmando el origen volcánico del mismo.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivados de ceniza volcánica y pómez, con contenidos bajos de materia orgánica. Presenta moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Suelos profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases alta y reacción fuertemente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15.0 a 22.0 °C, las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son las pendientes ligeramente inclinadas (3–7%), erosión ligera, texturas moderadamente finas sobre finas y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estas tierras son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptas para implementar cultivos agrícolas intensivos y ganadería semi-intensiva.

En estos suelos deben implementarse prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Para evitar la degradación de la estructura se recomienda un laboreo mínimo y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos para minimizar la erosión eólica. Las actividades ganaderas deben realizarse en forma semi-intensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces.

Estos suelos necesitan riego en la época seca y por sus texturas moderadamente finas sobre finas deben aplicarse láminas mayores en volumen y aplicaciones moderadamente espaciadas 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 ASDb1 pertenece a la clase III, subclase III s y grupo de manejo III s-3, 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.

4.3.2.11 Consociación Secún (orden Andisol): Vitric Haplustands, familia ceniza, isotérmica (SSS, 2006), perfil modal 040623. Símbolo ASE

La Consociación Secún se localiza en inmediaciones del caserío María del Carmen y la Finca Mercedes Sucún del municipio de San Andrés Semetabaj. La unidad tiene una extensión de 153 hectáreas. Esta unidad es compartida con el departamento de Chimaltenango, donde fue identificado y muestreado el suelo modal, por lo que puede revisarse MAGA-IGAC (2010).

Según Thornthwaite (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 y 17.0 ºC y un rango de precipitaciones de 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, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 14.5 °C, precipitación anual media de 1,497 mm y una altitud media de 2,310 msnm. Se ubica 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 (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.). Como se observa en la Figura 4.178 el uso del suelo es agrícola, con relictos de bosque mixto (coníferas y latifoliadas).



Figura 4.178. Terraza en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; la fotografía muestra terreno preparado para siembra y relictos de bosque mixto, en el municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: W. González, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), correspondiente al paisaje altiplano hidro-volcánico y relieve de terraza.

La Consociación Secún está compuesta por el suelo Vitric Haplustands, familia ceniza, isotérmica; (PM 040623) en un 90%. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Secún, presenta la siguiente fase:

- **ASEb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (153 ha).

En la Figura 4.179 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

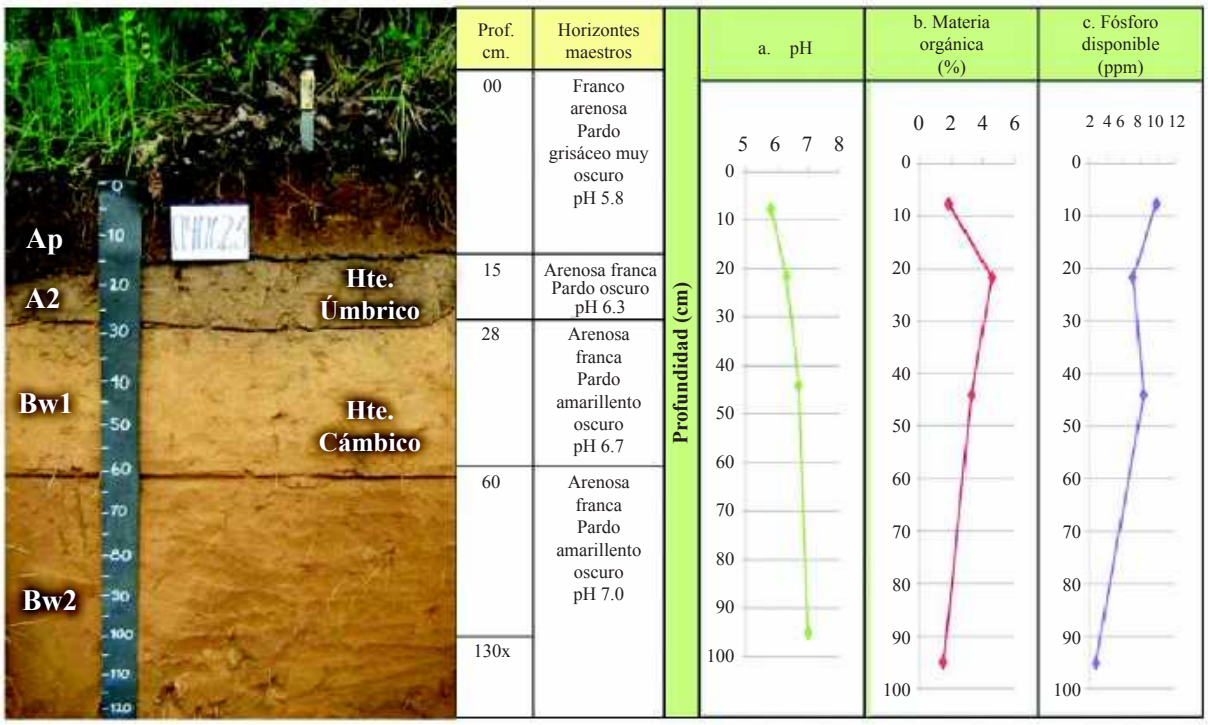


Figura 4.179. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 040623, de la Consociación Secún; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2009).

A). Descripción del perfil modal No. 040623

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 040623 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 Chimaltenango.

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Secún
Símbolo		ASE
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitric Haplustands, familia ceniza, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Chimaltenango
	Municipio	Tecpán Guatemala
	Aldea	Santa Victoria
	Caserío, sector, sitio, finca	Entre Caliaj y Sucum
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 437511
		Latitud (Y): 1633933
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2,335
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Terraza
	Forma del terreno	Plano de terraza
Material Parental		Piroclastos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		2,311 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3 – 7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,494 mm
	Temperatura promedio anual	14.0 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante 1 semestre, con deficiencias en el siguiente
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Medio a rápido
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol, espárragos
	Limitante del uso	Baja retención de humedad, sequía durante un semestre.
Vegetación natural		Pino, ciprés
Describió		William Hernán González Martínez
Fecha de descripción		08-05-2009

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 15 cm Ap	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arenosa y de laboratorio arenosa franca; estructura en bloques subangulares, finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos y medios, tubulares, discontinuos; muchas raíces finas, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 5.8, reacción moderadamente ácida; límite claro y plano.
15 - 28 cm A2	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; muchos poros medios y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
28 – 60 cm Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medios y gruesos, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay reacción al HCl y al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite gradual y plano.
60 -130x cm Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros medios y gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces finas, medias y gruesas, vivas y de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl y 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 040623:

Cuadro 4.206. Resultados de los análisis físicos del perfil 040623

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	1.58	64.08	18.50				11.80	40.97	16.63	57.59
15 – 28	0.75	1.59	61.05	18.54				12.46	36.79	16.04	52.83
28 – 60	0.99	1.40	55.70	15.50				10.02	21.14	8.15	29.29

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0 – 15	6.70
15 – 28	6.08
28 – 60	5.60

Cuadro 4.207. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 040623

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	80.23	11.60	8.17	AF	FA		5.8	0.95	1.81				9.86	6.86	Alta
15 – 28	79.57	10.73	9.70	FA	AF		6.3	2.40	4.56				7.14		
28 – 60	74.30	13.78	12.31	FA	AF		6.7	1.72	3.26				8.37		
60 – 130	75.84	11.48	12.68	FA	AF		7.0	0.78	1.48				2.79		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0 – 15	15.50	7.71	7.79	7.71	4.09	0.89	2.28	0.46		26.37	5.75	14.68	2.96	
15 – 28	14.50	8.87	5.63	8.87	4.76	0.26	0.52	3.33		32.83	1.81	3.62	22.93	
28 – 60	15.50	11.89	3.61	11.89	6.41	0.76	1.51	3.21		41.34	4.91	9.74	20.73	
60 – 130	15.00	11.85	3.15	11.85	5.85	1.04	2.33	2.63		38.99	6.91	15.55	17.53	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn			
0 – 15	49.77	0.97	0.29	21.80	0.97	47.2		
15 – 28	61.19	1.09	0.23	30.60	1.83	45.5		
28 – 60	76.73	1.68	0.61	33.10	4.50	42.6	1.5	1.8
60 – 130	78.97	1.89	0.73	25.10	2.86	23.5		

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.179 los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, el horizonte Ap presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable; el horizonte A2 presenta un color pardo oscuro, textura arenosa franca, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable. El horizonte B se subdivide en Bw1 y Bw2, el horizonte Bw1 presenta un color pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable; el horizonte Bw2 presenta un color pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, estructura en bloques subangulares, consistencia muy friable.

Como se observa en el Cuadro 4.206 la porosidad total es alta en el primero y segundo horizonte y baja en el último, en ella predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.207 y la Figura 4.179 la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media y la saturación de bases es media en el primer horizonte,

alta en los demás; el contenido de materia orgánica es bajo en el primer y cuarto horizonte y medio en los demás.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos en el tercer horizonte y medios en los demás, el Magnesio presenta valores bajos, el Potasio presenta valores altos; el Fósforo disponible es bajo y la retención de fósforo se estima como media en los tres primeros horizontes y baja en el último.

Respecto a los elementos menores, el Cobre, Zinc y manganeso presentan valores bajos, el Hierro presenta valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de evolución moderada, de origen ígneo, derivados de cenizas volcánicas, con presencia de vidrio volcánico. Suelos de moderada retención de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo; con contenidos bajos de materia orgánica en el primer horizonte. Son suelos profundos, de texturas gruesas, capacidad de intercambio de cationes media, saturación de bases alta y reacción de moderadamente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Régimen edáfico isomésico (entre 15.0 y 22.0 ºC).

Las limitaciones principales de estos suelos son: pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estas tierras son de vocación agrícola por lo que son aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a su fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo, como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre, Zinc y Manganeso. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas gruesas deben aplicarse láminas con volúmenes bajos y frecuentes aplicaciones poco espaciadas en el tiempo, 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 ASEb1, pertenece a la clase IV, subclase IV s y grupo de manejo IV s-3, tierras con 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.

4.3.2.12 Consociación Las Canoas Bajas (orden Inceptisol): Lithic Humustepts, familia arenosa, activa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 070904. Símbolo ASF

La Consociación se encuentra en inmediaciones de la aldea Las Canoas, caserío Chuisajcap y Finca La Lucha del municipio de San Andrés Semetabaj; aldea Agua Escondida del municipio de San Antonio Palopó. Abarca una extensión de 59 hectáreas.

Según Thornthwaite (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 y 17.0 ºC y un rango de precipitaciones de 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, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 15.2 °C, precipitación anual media de 1,229 mm y una altitud media de 2,213 msnm. Se ubica 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 4.180 el uso principal del suelo es agrícola, con relictos de bosque.



Figura 4.180. Escarpe en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observan cultivos de maíz y frijol, así como un bosque natural mixto; municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: D. López, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico en relieve de escarpe.

La Consociación está compuesta por el suelo Lithic Humustepts, familia arenosa, activa, isotérmica (PM 070904) en un 90% del total del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Las Canoas Bajas, presenta las siguientes fases:

- **ASFf1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión ligera (10 ha).
- **ASFf2:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión moderada (40 ha).
- **ASFf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (9 ha).

En la Figura 4.181 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

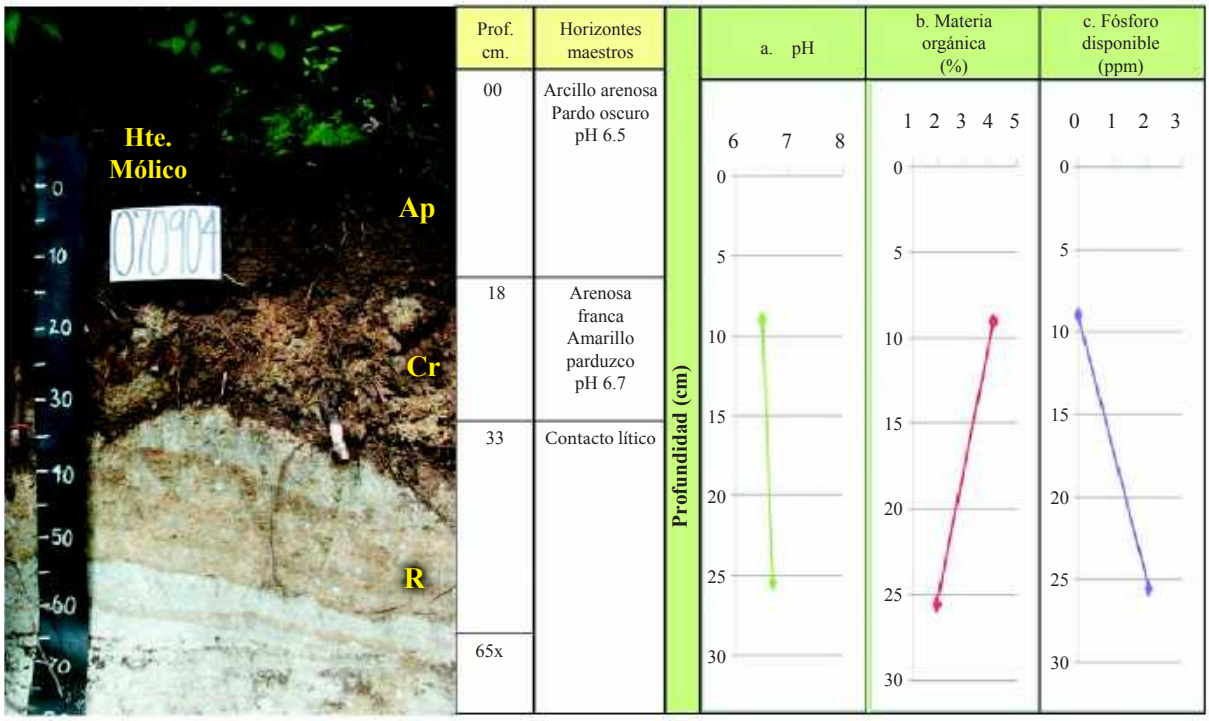


Figura 4.181. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 070904; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto D. López, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070904

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070904:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Las Canoas Bajas
Símbolo		ASF
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Lithic Humustepts, familia arenosa, activa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Andrés Semetabaj
	Aldea	Las Canoas
	Caserío, sector, sitio, finca	-
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 434637
		Latitud (Y): 1627962
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2242
	Línea de vuelo No.	448
	Bloque No.	04

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,276 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,309 mm.
	Temperatura promedio anual	15.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	17.4 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar y surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	33 cm.
	Limitante	Contacto lítico
Uso	**Actual**	Agricultura y forestería
	Nombre de los cultivos	Maíz, frijol
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, baja retención de humedad, suelos superficiales, pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Dunia Gabriela López Menchú
Fecha de descripción		19-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 18 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo muy friable; en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
18 – 33 cm. Cr	Color en húmedo amarillo pardusco (10YR6/6); textura de campo arenosa franca y de laboratorio franco arenosa; abundante gravilla (50%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (grano suelto); consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; muchos poros, medios y gruesos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; no hay reacción al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
33 – 65x cm. R	Contacto lítico, color en húmedo pardo muy pálido (10YR8/4) y blanco (10YR8/1).

Cuadro 4.208. Resultados de los análisis físicos del perfil 070904

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	0.55	1.07	67.68	38.03				23.03	21.29	27.31	48.60
18-33	0.65	1.65	84.62	44.12				16.36	29.01	31.60	60.61

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-18	15.00			
18-33	27.76			

Cuadro 4.209. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070904

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.
0-18	50.45	42.60	6.95	FA	ArA	15	6.5	2.16	4.10				N.D.	5.39	Media
18-33	54.71	40.43	4.87	FA	AF	50	6.7	1.02	1.94				2.05		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-18	22.22	11.68	10.54	11.68	7.21	2.63	1.71	0.13		32.44	11.85	7.69	0.58	
18-33	19.94	7.61	12.32	7.61	3.89	2.63	0.94	0.15		19.52	13.20	4.72	0.74	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-18	52.56	0.70	1.05	81.40	122.75	16.30				
18-33	38.19	1.40	0.55	75.70	22.30	34.60				

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.181 los suelos presentan un perfil de evolución baja, del tipo A–C–R. El primer horizonte es un Ap, de color pardo oscuro, textura arcillo arenosa, estructura granular, consistencia muy friable; el segundo es un horizonte Cr, de color amarillo parduzco, textura arenosa franca, sin estructura (grano suelto), consistencia friable; el tercero es un horizonte R de color pardo muy pálido y blanco, presenta contacto lítico.

Como se observa en el Cuadro 4.208 la porosidad total es alta, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es baja en el primer horizonte y media en el segundo.

Según el Cuadro 4.209 y la Figura 4.181, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta en el primer horizonte y media en el segundo, la saturación de bases alta en el primer horizonte y media en el segundo horizonte, el contenido de materia orgánica es medio en el primero y bajo en el segundo.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores altos en el primer horizonte y medios en el segundo, el Magnesio presenta valores medios, mientras que el Potasio presenta valores altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo es baja en el primer horizonte y media en el segundo.

Respecto a los elementos menores, el Cobre y el Zinc, presenta valores bajos, mientras que el Hierro y el Manganeso presentan valores altos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

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

Suelos minerales de baja evolución genética, de origen ígneo, derivados de piroclastos consolidados, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se relaciona con la materia orgánica y se manifiesta con la presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos medios de materia orgánica en el primer horizonte y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos superficiales, con contacto lítico a los 33-35 centímetros, de texturas gruesas, con capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases alta a media y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15.0-22.0°C, las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos, se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en escarpes, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión de ligera, moderada y severa, drenaje moderadamente excesivo y deficientes precipitaciones en un semestre del año. Estas tierras son de vocación forestal por lo que son aptas para el manejo de los bosques naturales existentes y el establecimiento de plantaciones forestales.

Se recomienda mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca y el sotobosque. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo bajo planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas implementando curvas de nivel y/o con pequeñas terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas 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, las fases ASFf1 y ASFf2 pertenecen a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p4; la fase ASFf3 pertenece a la clase VII pe y grupo de manejo VII pe-2; son de vocación forestal.

Para conocer las especies 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.

4.3.2.13 Grupo indiferenciado Tzucubal (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica, perfil modal 070518 y Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica (SSS, 2010), perfil modal 070506. Símbolo ACA

El Grupo Indiferenciado se encuentra en inmediaciones de los caseríos Pachipac, Quiacsiguán, Racantajaj, Chuisajcap, Xequel, cercano a la aldea Tzucubal del municipio de Nahualá; el caserío Chuaxajil y cerro Xajil del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; los caseríos Chijcajá, Chirijcajá; Chove del municipio de Santa Lucía Utatlán; caserío Basconcellos del municipio de Sololá; el caserío Choaquec del municipio de San Andrés Semetabaj y el cantón Nueva Esperanza del municipio de San José Chacayá. Abarca una extensión de 1,999 ha.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "semifrío húmedo a frio húmedo" (Código C), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 10.0 y 17.0 ºC y un rango de precipitaciones de 1,001 a 2,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,800 a 2,700 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 13.3 ºC, precipitación anual media de 1,395 mm y una altitud media de 2,386 msnm. Se ubica 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 (*P. pseudostrobus*), ilamo (*Alnus jorullensis*) y encino (*Quercus* spp.) y otros. La panorámica de la Figura 4.182 permite apreciar que la cobertura principal es forestal.



Figura 4.182 Cañones y cañadas en el paisaje de altiplano hidro-volcánico; en la fotografía se observa el bosque dominado por pino (Foto: J. del Cid, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%) correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico en relieve de cañones y cañadas.

Este grupo indiferenciado está compuesto por los suelos: Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica (PM 070518) en un 50%, Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica (PM 070506) con un 30% y Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isomésica (PI 070520) en un 20% del total del área.

El Grupo Indiferenciado Tzucubal, presenta las siguientes fases:

- **ACAf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (1,113ha).
- **ACAfp3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (109 ha).
- **ACAg3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión severa (325 ha).
- **ACAgp3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (452 ha).

- ***Suelo Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica, perfil modal 070518***

En la Figura 4.183 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

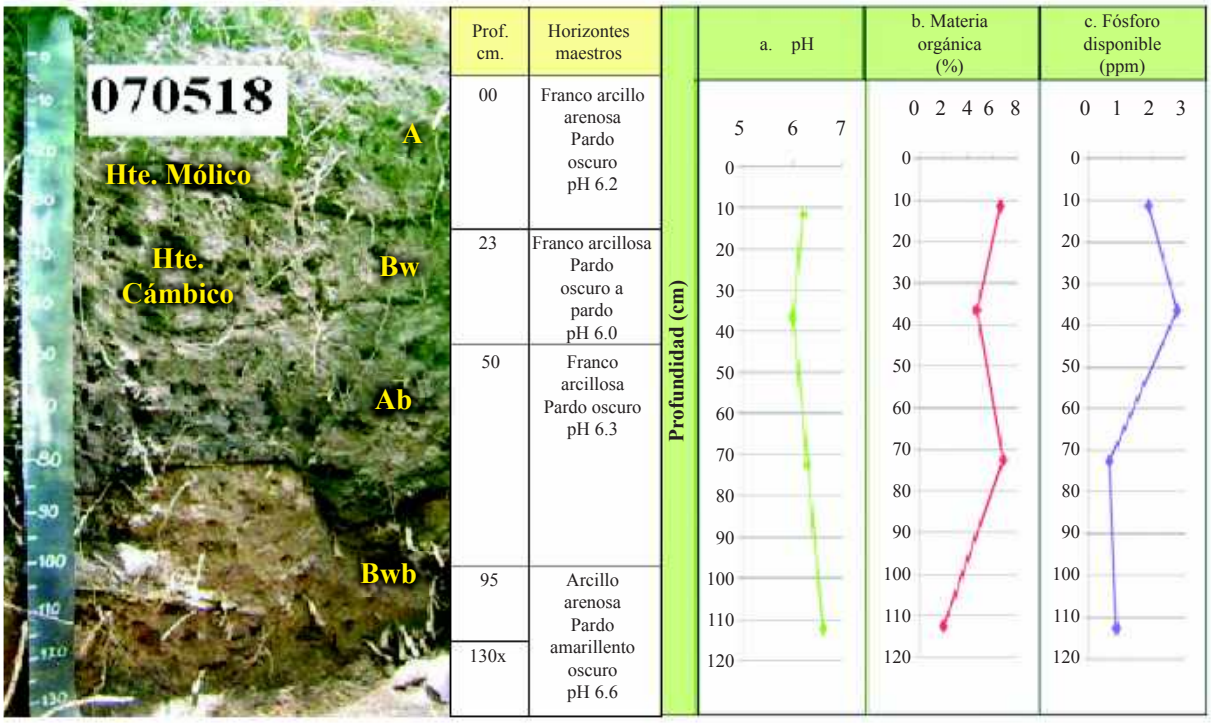


Figura 4.183. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro del PM 070518 del grupo indiferenciado Tzucubal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto J. del Cid, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070518

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070518:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Tzucubal
Símbolo		ACA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	Tzucubal
	Caserío, sector, sitio, finca	Abajo del mojón Xolá, a 600 metros del camino, detrás del cementerio
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 413393
		Latitud (Y): 1634641
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2356
	Línea de vuelo No.	446
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,414 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50-75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo a frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,560 mm.
	Temperatura promedio anual	12.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	14.3 °C.
Drenaje	**Interno**	Medio
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	Movimientos por translocación
	Tipo	Deslizamientos rotacionales
	Frecuencia	Poca (10% del área)
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	130 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Forestal
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, drenaje moderadamente excesivo, baja retención de humedad, erosión severa, déficit de agua en época seca
Vegetación natural		Pino, ilamo, ciprés.
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		24-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 23 cm. A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillo arenosa y de laboratorio franca arenosa; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos, 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 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
23 – 50 cm. Bw	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes 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 claro y ondulado.
50 – 95 cm. Ab	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite gradual y ondulado.
95 – 130x cm. Bwb	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/6); textura de campo arcillo arenosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares, finos, medios y gruesos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medios, irregulares, continuos; frecuentes raíces, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera 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 070518:

Cuadro 4.210. Resultados de los análisis físicos del perfil 070518

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	0.94	1.05	75.00	39.60				10.81	4.94	5.53	10.48
23-50	0.75	1.12	71.84	37.50				10.87	15.79	17.24	33.04
50-95	0.71	1.11	76.58	44.92				12.41	14.90	21.14	36.04

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-23	28.79
23-50	26.63
50-95	32.51

Cuadro 4.211. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070518

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.
0-23	58.57	39.96	1.47	FA	FArA		6.2	3.50	6.65				1.87	7.02	Alta
23-50	49.34	45.67	4.99	FA	FAr	10	6.0	2.49	4.73				2.78		
50-95	53.57	45.67	0.76	FA	FAr	5	6.3	3.62	6.88				0.66		
95-130	47.15	45.74	7.11	F	ArA		6.6	1.07	2.04				0.87		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-23	11.50	7.55	3.95	7.50	4.05	1.95	1.22	0.28	0.05	35.22	16.99	10.59	2.40	0.66
23-50	19.50	6.59	12.91	6.52	3.45	1.63	1.22	0.23	0.07	17.70	8.34	6.24	1.17	1.1
50-95	29.00	8.89	20.11	8.85	7.21	0.84	0.57	0.24	0.04	24.86	2.89	1.96	0.81	0.45
95-130	22.50	7.76	14.74	7.72	4.94	1.60	0.90	0.27	0.04	21.94	7.11	4.02	1.22	0.52

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-23	65.20	1.11	0.20	29.73	2.68	8.50	1.20	1.10		
23-50	33.45	0.85	0.20	35.40	3.46	20.60	1.20	1.00		
50-95	30.52	0.43	0.20	29.49	2.22	47.90				
95-130	34.29	1.46	0.20	40.35	4.09					

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 química.

- ***Suelo Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica, perfil modal 070506***

En la Figura 4.184, se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica, Fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

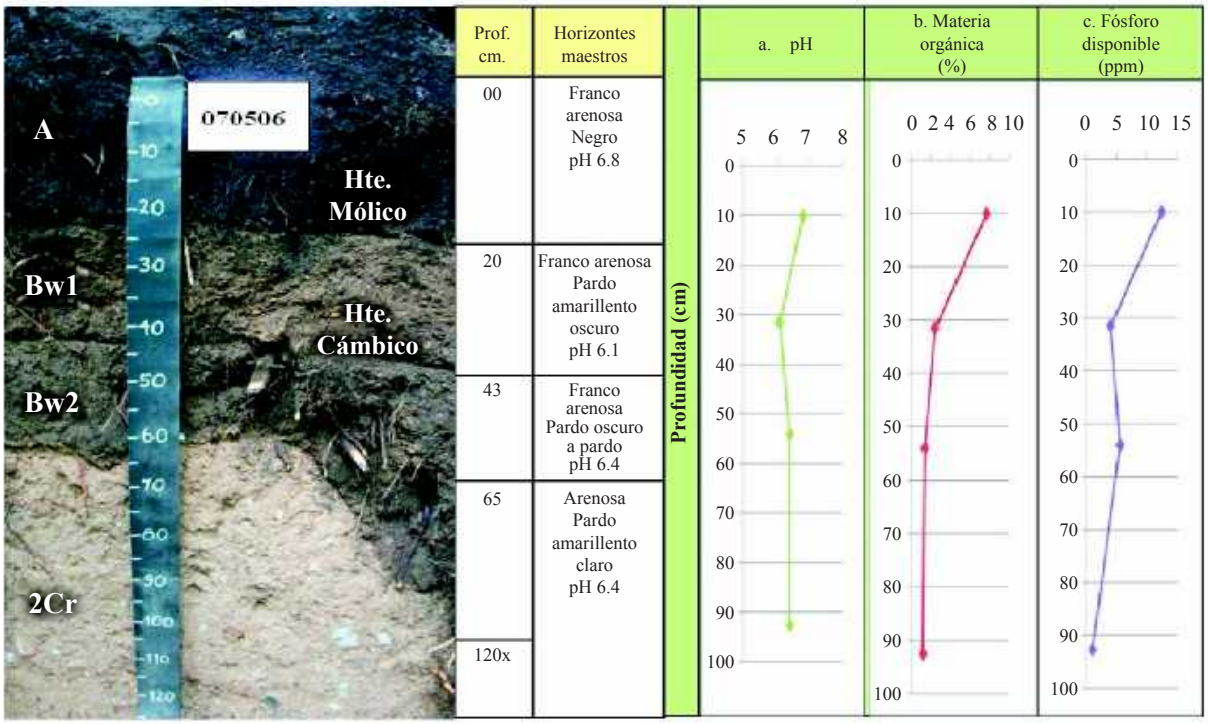


Figura 4.184. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 070506 del grupo indiferenciado Tzucubal; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el Fósforo disponible a través del perfil (Foto R. Pacheco, 2010).

C). Descripción del perfil modal No. 070506

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070506:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Grupo Indiferenciado Tzucubal
Símbolo		ACA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Humustepts, familia francosa gruesa, superactiva, isomésica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Nahualá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Cañón del río Nahualá
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 411893
		Latitud (Y): 1637348
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2522
	Línea de vuelo No.	445
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Altiplano hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Ladera

Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		2,281 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75%
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semifrío húmedo a frío húmedo
	Precipitación promedio anual	1,507 mm.
	Temperatura promedio anual	13.7 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isomésico
	Temperatura a 50 cm.	16.1 °C.
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	8 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Moderadamente superficial
	Profundidad	65 cm.
	Limitante	Contacto paralítico
Uso	**Actual**	Protección y conservación
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, pendiente moderadamente escarpada, erosión severa
Vegetación natural		Pino, encino
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera
Fecha de descripción		23-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0-20 cm. A	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (35%), estructura granular finos, débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, medianos, 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 6.8, reacción neutra; límite claro y plano.
20-43 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (25%)estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; frecuente 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.
43-65 cm. Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (25%)estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y no plástica; frecuentes poros, finos, medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas, medias y gruesas, vivas, de distribución normal; poca 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.
65-120x cm. 2Cr	Color en húmedo pardo amarillento claro (10YR6/4); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado no pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida.

D). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 070506:

Cuadro 4.212. Resultados de los análisis físicos del perfil 070506

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	0.74	1.57	77.67	30.05				26.40	32.41	20.45	52.87
20-43	0.98	1.07	59.85	17.02				5.52	6.02	2.39	8.41
43-65	0.92	1.11	62.77	18.35				5.04	12.11	5.00	17.12

Profundidad	Humedad aprovechable	Límites de consistencia		
Cm	%	Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-20	3.65			
20-43	11.50			
43-65	13.31			

Cuadro 4.213. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070506

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	56.28	42.25	1.48	FA	FA	35	6.8	4.06	7.71				12.39	7.01	Alta
20-43	60.96	37.58	1.45	FA	FA	25	6.1	1.27	2.41				4.03		
43-65	48.92	45.37	5.71	FA	FA	25	6.4	0.71	1.35				5.59		
65-120	60.96	37.59	1.45	FA	FA		6.4	0.61	1.16				1.09		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	9.50	8.93	0.57	8.93	4.86	2.74	1.12	0.20		51.17	28.85	11.81	2.14	
20-43	8.50	2.90	5.60	2.90	0.63	0.92	1.18	0.17		7.40	10.86	13.91	1.97	
43-65	6.00	2.62	3.38	2.62	0.78	0.78	0.90	0.16		12.98	13.05	14.93	2.71	
65-120	10.00	1.43	8.57	1.43	0.54	0.32	0.41	0.16		5.44	3.23	4.05	1.62	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	93.97	0.20	0.20	17.26	2.96	10.10	0.17	0.18		
20-43	34.14	0.20	0.20	17.70	2.96	13.00	0.09	0.12		
43-65	43.67	0.20	0.20	17.78	1.97	14.00				
65-120	14.33	0.23	0.20	6.43	1.40					

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 química.

La unidad cartográfica la complementa una inclusión, la cual se describe someramente a continuación:

Inclusión Andic Humustepts, familia medial sobre arcillosa, isomésica (PI 070520) con un 20% del total del área; este suelo se caracteriza por ser moderadamente profundo, con drenaje natural bueno, de texturas moderadamente gruesas, saturación de bases alta, excepto en el segundo horizonte donde es media, capacidad de intercambio de cationes media en el primero y cuarto horizonte y alta en el segundo y tercero, moderada reacción al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes fuertemente escarpadas, erosión de grado severo (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

E). Interpretación de la morfología y los resultados de laboratorio

Perfil modal 070518

De acuerdo con la Figura 4.183, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A – B. El primer horizonte es un A de color pardo oscuro, de textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el segundo horizonte es un Bw de color pardo oscuro a pardo, de textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercero es un horizonte enterrado Ab, de color pardo oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable, el cuarto horizonte es un Bwb al igual que el anterior es un suelo enterrado de color pardo amarillento oscuro, textura arcillo arenosa y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.210, la porosidad total es baja en el primer horizonte y media en los siguientes, la microporosidad domina sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es media en los dos primeros horizontes y alta en el último.

Según el cuadro 4.211 y la Figura 4.183, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra. La capacidad de intercambio de cationes es media en los dos primeros horizontes y alta en los siguientes, la saturación de bases es alta en el primer horizonte y baja en profundidad. El contenido de materia orgánica es alto en el primer y tercer horizonte, medio en el segundo y bajo en el último.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos, el Calcio y Magnesio el presentan valores medios. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo es baja en los dos primeros horizontes y media en el tercero.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Cobre, Zinc y Manganeso presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

Perfil modal 070506

De acuerdo con la Figura 4.184, lo suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A-B-C. El horizonte A es de color negro, de textura franco arenosa, estructura granular, consistencia muy friable. El horizonte B, se subdivide en Bw1 y Bw2, de colores pardo amarillento oscuro y pardo oscuro a pardo, texturas franco arenosas, bloques subangulares, consistencia friable. El cuarto horizonte es un 2Cr de color pardo amarillento claro, textura franco arenosa, sin estructura (masivo) y consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.212, la porosidad total es alta en el primer horizonte y baja en profundidad, en ella predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja en el primer horizonte y baja en profundidad.

Según el Cuadro 4.213 y la Figura 4.184, la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es baja, la saturación de bases es alta en el primer horizonte y baja en profundidad; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y bajo en profundidad. Con referencia a los cationes el Potasio presenta valores altos, el Calcio presenta valores medios en el primero y bajos en profundidad, el Magnesio presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en profundidad. El Fósforo disponible presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los subsiguientes, la retención de fósforo se estima como baja.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores medios, el Cobre, Zinc y Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

F). Características principales, recomendaciones generales de uso y manejo

Las características principales y las recomendaciones generales para uso y manejo son tomadas del perfil con mayor presencia en la unidad cartográfica que es el suelo Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica (PM 070518).

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) en el tercer horizonte, por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos moderadamente superficiales a profundos, de texturas moderadamente finas, capacidad de intercambio de cationes de media a alta, saturación de bases alta a media y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 8.0 a 15.0°C, asociadas a un régimen isomésico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en cañones y cañadas, con pendientes de moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas, erosión severa, pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las tierras con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión severa y las tierras con pendientes fuertemente escarpadas (>75%) con erosión severa, ambas ubicadas en cañones y cañadas, son de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Se recomienda la conservación del bosque existente; debe propiciarse la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.

G). 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 ACAf3 y ACAfp3 pertenecen a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-2. Las fases ACAg3 y ACAgp3 pertenecen a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, por estar en cañones y cañadas presentan alto riesgo a la erosión por lo que son tierras de vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

Para conocer las recomendaciones específicas de uso y manejo de 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.

4.3.3 Suelos del paisaje de piedemonte hidro-volcánico (P)

El paisaje de "Piedemonte hidro-volcánico" ocupa el 3.3% de la superficie del departamento de Sololá con 3,821 hectáreas. Este paisaje se encuentra disperso entre los volcanes de Tolimán y Atitlán y la cadena montañosa que separa a Sololá del departamento de Chimaltenango, en el municipio de Santiago Atitlán vía Patulul, se encuentra también al sur-occidente del departamento, en los municipios de Nahualá y Antigua Santa Catarina, en límites con el departamento de Suchitepéquez. Los climas ambientales de este paisaje se presentan en el Cuadro 4.214.

Cuadro 4.214. Clima ambiental del paisaje de piedemonte, departamento de Sololá

Clima ambiental	Código en el mapa	Rango de temperatura (oC)	Rango de altitud (msnm)	Rango de precipitación (mm)	Superficie (ha.)	%
Templado subhúmedo	Q	17.1 a 20.7	1,000 – 1,800	601 a 1,000	330	8.6
Templado muy húmedo	O	17.1 a 20.7	1,000 – 1,800	2,001 a 4,000	286	7.5
Semicálido muy húmedo	Y	20.8 y 24.3	600 – 1,000	>4,001	3,205	83.9
TOTAL					**3,821**	**100**

Fuente: UPGGR-MAGA, 2009.

La geomorfología actual ha sido modelada por procesos volcano – erosiónales, escurrimiento, erosión geológica y aportes de materiales piroclásticos heterogéneos antiguos y recientes vinculados con la constante actividad volcánica.

Se han identificado los siguientes tipos de relieve: abanicos, escarpes, y cañones y cañadas; como formas del terreno ápice de abanico, cuerpo de abanico, plano escarpado y laderas de cañón; los materiales parentales que se han encontrado en el área son: depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas).

Los órdenes de suelos identificados en este paisaje, según la Taxonomía Americana (Soil, Survey Staff, 2010) son: Andisoles (71.0%), Inceptisoles (28.0%) y Molisoles (1.0%).

De acuerdo con los resultados de las propiedades químicas analizadas en los perfiles modales, estos suelos presentan las siguientes características:

A. Capacidad de intercambio de cationes (CIC): este término indica la capacidad del suelo de absorber e intercambiar nutrientes como calcio, magnesio, potasio y otros. Respecto a esta característica, el 100% de los suelos presentan alta CIC.

B. Saturación de bases: este término indica la presencia de los cationes K, Ca, Mg y Na, su presencia o ausencia en el suelo dependen directamente del pH, cuando el pH es ácido, la SB saturación es baja y cuando el pH tiende a la neutralidad la SB es alta. Con respecto a la saturación de bases de los suelos del paisaje piedemonte hidrovolcánico, el 2.1% presentan valores altos y el 97.9% presentan valores bajo.

C. 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, por la dificultad de determinar la materia orgánica del suelo, se utiliza el porcentaje de carbono orgánico existente en el suelo y se multiplica por un factor de conversión de 1.9. Con respecto al carbono orgánico, el 19.4% presentan valores altos, el 7.5% presentan valores medios y el 73.1% presentan valores bajos.

D. Potencial de Hidrógeno (pH): indica el grado de acidez o alcalinidad del suelo e influye en que los nutrientes sean solubles y disponibles para las raíces de las plantas, de 0 a 6.5 son valores de pH ácidos, de 6.6 a 7.3 son valores de pH neutros y valores de pH mayores de 7.3 son alcalinos. Con respecto al pH de los suelos del piedemonte hidrovolcánico, el 19.4% presentan valores limitantes (<5.5), el 65.6% presentan valores intermedios (entre 5.6 y 6.5) y el 15.0% presentan valores no limitantes (>6.6).

E. Fertilidad natural: indica la capacidad de suministrar nutrientes y condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas; el 16.10% presentan fertilidad alta, el 64.50% presentan fertilidad media y el 19.40% presentan fertilidad baja.

Entre las propiedades físicas, resaltan las siguientes:

F. Grupos texturales de los horizontes A: influyen sobre el movimiento del agua en el suelo, disponibilidad de nutrientes y la erosión, indican la proporción de arenas (fragmentos minerales con diámetro entre 2 y 0.05 mm), limos (partículas con diámetro entre 0.05 y 0.002 mm) y arcillas (partículas con diámetro menor de 0.002 mm) que presenta el horizonte superficial del suelo. Con respecto a la textura de los suelos del piedemonte hidrovolcánico, el 0.9% presenta texturas finas y el 99.1% presenta texturas medias. Los grupos texturales fueron evaluados por el método organoléptico.

G. Estructura, indica la forma en la que las partículas del suelo se encuentran agregadas, los suelos del piedemonte hidrovolcánico presenta bloques subangulares, de consistencia friable lo que indica que se pueden desagregar fácilmente, con el 90.2 predomina la estructura en bloques subangulares y el 9.8% presenta estructura granular.

H. Densidad aparente, indica la relación del peso y volumen del suelo, tomando en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua, un valor muy bajo indica que los suelos son livianos, un valor alto indica suelos pesados; con respecto a la densidad aparente de los suelos del piedemonte hidrovolcánico, el 99.10 presentan muy baja densidad aparente y el 0.90% presentan densidad aparente media.

I. Densidad real, indica la relación del peso y volumen del suelo, sin tomar en cuenta el espacio ocupado por el aire y/o el agua: el 100% de los suelos presentan baja densidad real.



J. Profundidad efectiva, indica el espesor en el cual las raíces pueden penetrar para obtener agua y nutrientes: el 65.6% de los suelos son profundos, el 5.4% son moderadamente profundos, el 0.9% son moderadamente superficiales, el 8.6% son superficiales y el 19.4% son muy superficiales.

K. Drenaje natural indica el movimiento del agua en el suelo: el 20.3% de los suelos presentan drenaje moderadamente excesivo y el 79.7% presentan buen drenaje.

L. Pedregosidad superficial, indica el porcentaje de fragmentos de roca (> a 2 mm de diámetro) que yacen en superficie y los que está parcialmente enterrados; el 1.2% no presentan pedregosidad superficial, el 70.8% presentan mediana pedregosidad superficial y el 28.0% presenta abundante pedregosidad superficial.

Los minerales del suelo son importantes porque al momento de desintegrarse por efecto de la meteorización, dejan libre los nutrientes (fertilizantes) en forma de elementos indispensables, necesarios y suficientes para la nutrición vegetal. Dependiendo de la cantidad presente en el suelo, estos tienen mayor o menor fertilidad natural.

En el paisaje piedemonte hidrovolcánico se extrajeron muestras de los suelos más representativos para caracterizar los minerales presentes, tanto en la fracción arena como en la fracción arcilla.

M. Arenas: La identificación de los minerales presentes en la fracción arena se relaciona con la fertilidad potencial de los suelos; de acuerdo con los análisis mineralógicos, la distribución de minerales en la fracción arena es la siguiente: el 33% del total en la muestra de suelo corresponde a minerales opacos; el 19% corresponde a productos de alteración, el 18% corresponde a piroxenos; el 12% corresponde a feldespatos plagioclasas, el 9% corresponde al cuarzo, el 8% corresponde al Circón y el 1.0% corresponde al Vidrio Volcánico.

N. Arcillas: La identificación de los minerales presentes en la fracción arcilla se relaciona con la fertilidad actual de los suelos; los minerales presentes en la fracción arcilla son los siguientes: los materiales no cristalinos (amorfos) presentan porcentajes mayores al 50%; los feldespatos presentan porcentajes entre el 15 y el 30%; la cristobalita y la caolinita están presentes en porcentajes menores al 5%).

La Capacidad de Intercambio de Cationes, la Saturación de Bases, el Carbono Orgánico y el pH se tomaron con datos hasta 50 cms.

Grupos texturales, estructura, densidad aparente y densidad real se tomaron del horizonte A.

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, buena aireación, adecuada retención de humedad 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 (0.6%).

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 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 con consistencia friable, la densidad aparente muy baja y la densidad real baja indican 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 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.

4.3.3.1 Consociación Reserva Pachut (orden Inceptisol): Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética - francosa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071309. Símbolo PQA

Esta Consociación se localiza a inmediaciones del cantón Pachujilá, caserío La Puerta, las fincas Pampojilá, Santa Alicia, Venecia y de la cabecera municipal de San Lucas Tolimán; abarca una extensión de 330 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "templado subhúmedo" (Código Q), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 17.1 y 20.7 ºC y un rango de precipitaciones de 601 a 1,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 18.4 °C, precipitación anual media de 1,144 mm y una altitud media de 1,556 msnm. Se ubica 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. En la Figura 4.185 se observa que el uso de la tierra predominante es agricultura.



Figura 4.185. Abanico en el paisaje piedemonte hidro-volcánico, en la fotografía se observa el cultivo de café bajo sombra en el municipio de San Lucas Tolimán (Foto: J. del Cid, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), en terrenos con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y fuertemente inclinadas (12-25%), correspondientes al paisaje piedemonte hidro-volcánico en relieve de abanico.
La Consociación está compuesta por el suelo Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética - francosa, isotérmica (PM 071309) en un 80% y por suelos del tipo Cumulic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PI 030105) en un 20% del total del área.

La inclusión de la Consociación está conformada por los suelos Cumulic Haplustolls, familia francosa gruesa, superactiva, isotérmica (PI 030105), los que se caracterizan por ser profundos, con drenaje moderado, de texturas medias, con erosión de grado ligero, presentan déficit de humedad en época seca. Son suelos productivos que se están utilizando para la agricultura. Este suelo fue identificado en el departamento de Sacatepéquez (ver MAGA-IGAC, 2012) y su descripción detallada se localiza en el Anexo B.

La Consociación Reserva Pachut, presenta las siguientes fases:

- **PQAbp1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (310 ha).
- **PQAdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, erosión ligera (20 ha).

En la Figura 4.186 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

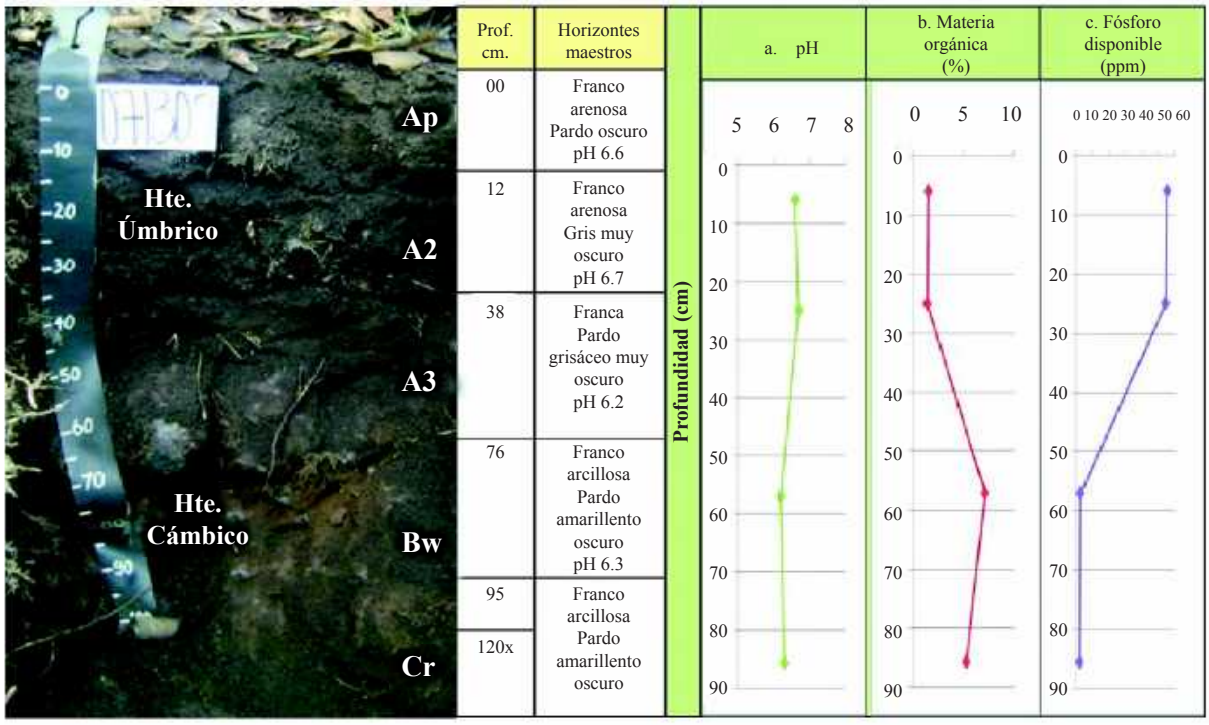


Figura 4.186. En la fotografía se observan los horizontes identificados dentro PM 071309 de la Consociación Reserva Pachut; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: J. del Cid, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071309

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071309:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Reserva Pachut
Símbolo		PQA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Andic Humustepts, familia medial sobre esquelética - francosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	Pampojilá
	Caserío, sector, sitio, finca	Finca Pampojilá
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 431731
		Latitud (Y): 1615402
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9411
	Línea de vuelo No.	461
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos hidro – volcánicos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		1,482 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3–7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado subhúmedo
	Precipitación promedio anual	1,388 mm.
	Temperatura promedio anual	19.4 °C.
	Distribución de las lluvias	Deficientes en el primer semestre, suficientes en el segundo
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Ústico
	Régimen de temperatura	Isotérmico
	Temperatura a 50 cm.	20.6 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	20 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Superficial
	Profundidad	38 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca >60%
Uso	**Actual**	Agricultura
	Nombre de los cultivos	Café
	Limitante del uso	Déficit de agua en época seca, abundante pedregosidad superficial, baja retención de humedad, fragmentos de roca > 60%
Vegetación natural		No hay
Describió		Judith Azucena del Cid Herrera
Fecha de descripción		17-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 12 cm. Ap	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), subredondeada, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, finos, irregulares, 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 6.6, reacción neutra; límite claro y ondulado.
12 – 38 cm. A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (10%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea, frecuente piedra (20%), subredondeada; estructura en bloques subangulares, muy finos y finos, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; pocos poros, muy finos, irregulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.7, reacción neutra; límite claro y ondulado.
38 – 76 cm. A3	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (15%), subredondeada, sin alteración de naturaliza ígnea, extremadamente abúndate piedra (50%), subredondeada; 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, muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
76 – 95 cm. Bw	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%), subredondeada, sin alteración de naturaleza ígnea, frecuente piedra (20%), subredondeada; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; pocos poros, finos, tubulares, continuos; pocas raíces, muy finas, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.3, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.
95 – 120x cm. Cr	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa; abundante piedra (50%), subredondeada; sin estructura (masivo).

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071309:

Cuadro 4.215. Resultados de los análisis físicos del perfil 071309

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
0-12	1.49	1.61	66.67	39.13				18.55	3.08	4.37	7.45
12.-38	0.74	1.16	63.74	39.84				12.16	13.58	22.63	36.21
38-76	0.91	1.27	35.79	35.62				14.29	0.13	28.21	28.35

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-12	20.58
12.-38	27.68
38-76	21.33

Cuadro 4.216. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071309

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.
0-12	56.26	42.99	0.75	FA	FA	15	6.6	0.82	1.56				55.34		
12.-38	42.72	49.48	7.80	FA	FA	30	6.7	0.76	1.44				54.40		
38-76	54.43	44.03	1.64	FA	F	65	6.2	3.76	7.14				2.90	7.84	Alta
76-95	47.14	51.23	1.63	FA	FAr	25	6.3	2.80	5.32				2.25		
95-120					FAr										

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-12	22.79	3.05	19.74	3.05	2.42	0.39	0.17	0.06		10.62	1.73	0.76	0.26	
12.-38	22.79	4.40	18.39	4.40	2.41	0.43	1.50	0.06		10.57	1.88	6.60	0.25	
38-76	26.77	6.89	19.88	6.89	5.70	0.61	0.53	0.05		21.30	2.27	1.99	0.18	
76-95	22.22	3.83	18.39	3.83	3.10	0.43	0.07	0.23		13.95	1.93	0.32	1.03	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-12	13.38	1.55	1.25	61.60	24.65	50.10	0.41	0.54		
12.-38	19.29	1.75	1.00	75.75	22.05	59.90	1.10	0.92		
38-76	25.74	0.10	11.05	12.10	10.80	61.30				
76-95	17.22	0.55	1.30	7.90	7.50					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.186, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. El primer horizonte es un Ap de color pardo oscuro, textura franco arenosa, estructura granular, consistencia friable; el segundo es un horizonte A2 de color gris muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercero es un horizonte A3 de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw, es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Cr se caracteriza por contener abundante piedra, de textura franco arcillosa, sin estructura (masiva) y de color pardo amarillento oscuro.

Como se observa en el Cuadro 4.215, la porosidad total es media en el segundo horizonte y baja en los demás, existe predominancia de la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es media.

Según el Cuadro 4.216 y la Figura 4.186, la reacción del suelo varía de neutra a ligeramente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases baja; el contenido de materia orgánica es bajo en los primeros dos horizontes y alto en los subsiguientes.

Con respecto a los cationes, el Potasio presenta valores bajos en el primero y cuarto horizonte y altos en los demás, el Calcio presenta valores bajos en los primeros dos horizontes y medios en profundidad, el Magnesio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores altos en los primeros dos horizontes y bajos en los subsiguientes, la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso y el Hierro presentan valores altos, el Cobre y Zinc presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se asocia con la materia orgánica y se manifiesta con un aumento en espesor y presencia de materiales húmicos. Presenta contenidos bajos de materia orgánica en el primer horizonte y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos superficiales, de texturas medias, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción de neutra a ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo ústico, por lo que permanecen secos por más de 90 días consecutivos. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15.0 a 22.0°C, las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son: pendientes que van de ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas, suelos superficiales, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

Las fases que poseen pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil y erosión ligera; la fase con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), abundante pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil y erosión ligera; son de vocación agroforestal y por lo tanto, son aptas para implementar sistemas agroforestales con cultivos permanentes y/o sistemas silvopastoriles.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, por lo cual debe realizarse 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 así como dejar el suelo cubierto con material vegetal durante la época seca. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con adecuada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Debido a los bajos contenidos de materia orgánica que poseen es necesario adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio; como presenta valores moderados de retención de fósforo, deben aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Zinc. Necesitan riego en la época seca y por sus texturas francas deben aplicarse láminas moderadas en volumen y aplicaciones moderadamente 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, las fases PQAbp1 y PQAdp1 pertenecen a la clase VI, subclase VI s y grupo de manejo VI s-2, 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.

4.3.3.2 Consociación Cacahuate (orden Andisol): Humic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética - arcillosa, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071302. Símbolo POA

Esta unidad se localiza a inmediaciones de las fincas San José Cacahuate, Santa Teresa, Santa Cruz Quixayá y la colonia Santa Cruz Quixayá del municipio de San Lucas Tolimán; abarca una extensión de 206 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo “templado muy húmedo” (Código O), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 17.1 y 20.7 ºC y un rango de precipitaciones de 2,001 a 4,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 20.1 °C, precipitación anual media de 3,014 mm y una altitud media de 864 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*). En la Figura 4.187 se observa que el uso de la tierra predominante es la ganadería.





Figura 4.187. Abanico en el paisaje piedemonte hidro-volcánico; en la fotografía se observa pasto natural para ganadería en el municipio de San Lucas Tolimán (Foto: C. García, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), en terrenos con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), correspondientes al paisaje piedemonte hidro-volcánico en relieve de abanico.

La Consociación está compuesta por el suelo Humic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética - arcillosa, isotérmica (PM 071302) en un 90%. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Cacahuate, presenta la siguiente fase:

- **POAcp1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), mediana pedregosidad superficial erosión ligera (206 ha).

En la Figura 4.188 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

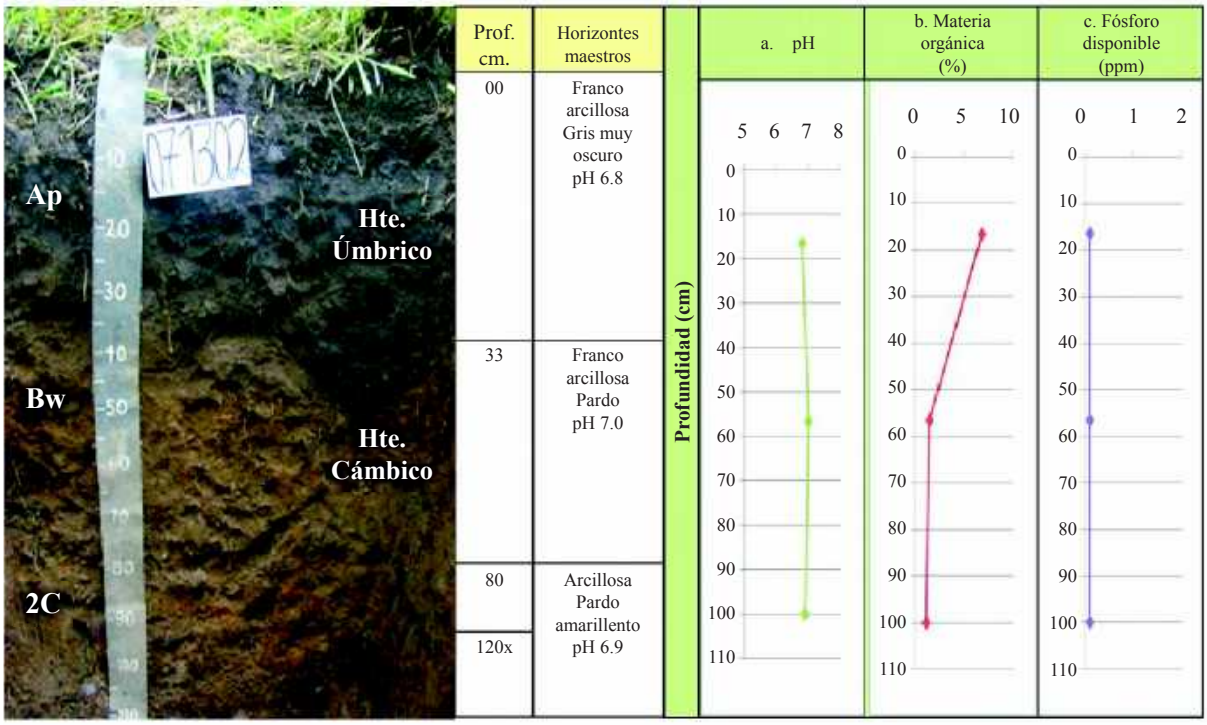


Figura 4.188. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 071302 de la Consociación Cacahuate; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071302

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas PM 071302:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Cacahuate
Símbolo		POA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Humic Udivitrands, familia ceniza sobre esquelética - arcillosa, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Hacienda Cacahuate
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 432335
		Latitud (Y): 1607688
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2008
	Línea de vuelo No.	454
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Ápice de abanico

Material Parental		Depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		883 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	3,000 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °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.	22.5 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bien drenado
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
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**	Ganadería
	Nombre de los cultivos	Pastos naturales
	Limitante del uso	Fragmentos de roca en el perfil > 60% y mediana pedregosidad
Vegetación natural		No hay
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		17-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 33 cm. Ap	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio 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, medianos, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
33 – 80 cm. Bw	Color en húmedo pardo (10YR5/3); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (5%) y frecuente piedra (20%), 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, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 7.0, reacción neutra; límite difuso.
80 – 120x cm. 2C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franco arenosa; frecuente gravilla (20%) y abundante piedra (40%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y plástica; muchos poros, medianos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; fuerte reacción 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 071302:

Cuadro 4.217. Resultados de los análisis físicos del perfil 071302

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
0-33	0.88	1.34	94.07	14.56				10.77	29.02	5.31	34.33
33-80	1.02	1.17	75.56	25.00				16.67	8.58	4.24	12.82

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-33	3.79
33-80	8.33

Cuadro 4.218. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071302

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.
0-33	48.19	51.03	0.78	FA	FAr	5	6.8	3.60	6.84				N.D.		
33-80	52.23	46.99	0.78	FA	FAr	25	7.0	0.77	1.45				N.D.	7.00	Alta
80-120	58.97	40.29	0.74	FA	Ar	60	6.9	0.59	1.11				N.D.		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-33	44.43	13.86	30.57	13.86	9.06	3.95	0.74	0.12		20.39	8.89	1.66	0.26	
33-80	26.77	6.39	20.38	6.39	4.03	1.65	0.53	0.18		15.07	6.15	1.99	0.69	
80-120	30.19	8.71	21.48	8.71	5.89	1.97	0.23	0.62		19.51	6.54	0.75	2.04	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-33	31.19	0.40	0.60	1.35	14.30	85.70	1.90	1.30		
33-80	23.88	2.10	0.40	1.70	5.55	78.90	2.00	1.30		
80-120	28.84	0.20	1.60	3.20	6.70	48.20				

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.188, los suelos presentan un perfil de baja a moderada evolución, del tipo A–B–C. El primer horizonte es un Ap de color gris muy oscuro, textura franco arcillosa, poca gravilla, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte Bw, es de color pardo, textura franco arcillosa, poca gravilla y frecuente piedra, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El horizonte 2C, es de color pardo amarillento, textura arcillosa, frecuente gravilla, abundante piedra, sin estructura (masivo), consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.217, la porosidad total es media en el primer horizonte y baja en profundidad, en ella predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es muy baja.

Según el Cuadro 4.218 y la Figura 4.188, la reacción del suelo es neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es baja; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y desciende en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Potasio presenta valores altos, el Calcio y el Magnesio presentan valores altos en el primer horizonte y medios en los siguientes. La retención de fósforo se estima como alta en el primer horizonte y media en profundidad.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso presenta valores altos en el primer horizonte y medios en los siguientes; el Cobre, Zinc y Hierro presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de baja a moderada evolución, de origen ígneo, derivados de ceniza volcánica, con presencia de vidrio volcánico y contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte. Presentan alta adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Son suelos moderadamente profundos, de texturas moderadamente finas sobre finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción neutra. Régimen de humedad del suelo údico, por lo que la distribución de lluvias es suficiente durante el año y permite el cultivo continuo. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15.0 a 22.0°C, las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con las pendientes moderadamente inclinadas (7–12%), abundantes fragmentos gruesos en el perfil, pedregosidad superficial y erosión ligera.

Estos suelos son de vocación agrícola y por lo tanto, son aptos para implementar cultivos agrícolas, tanto anuales como perennes. La aptitud agrícola está limitada por la presencia de frecuentes fragmentos de roca en el perfil; se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. En forma general, estos suelos no se pueden mecanizar, por lo que se recomienda realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos.

Respecto a su fertilidad, es necesario mantener e incluso incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de

cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores altos de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Hierro, 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, la fase POAcp1 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.

4.3.3.3 Consociación Totolyá (orden Andisol): Vitric Hapludands, familia medial, amórfica, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071307. Símbolo POB

Los suelos de esta unidad se localizan en inmediaciones de la comunidad Totolyá y la finca Santo Tomás Perdido del municipio de San Lucas Tolimán. La Consociación abarca una extensión de 44 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 17.1 y 20.7 ºC y un rango de precipitaciones de 2,001 a 4,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 20.0 °C, precipitación anual media de 2,003 mm y una altitud media de 1,214 msnm. Se ubican 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*). En la Figura 4.189 se observa que el uso de la tierra predominante es la agricultura con cultivos de café bajo sombra.



Figura 4.189. Abanico en el paisaje piedemonte hidro-volcánico; en la fotografía se observa café bajo sombra en el municipio de San Lucas Tolimán (Foto: W. González, 2010).

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), en terrenos con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), correspondientes al paisaje piedemonte hidro-volcánico en relieve de abanico.

La Consociación está compuesta por el suelo Vitric Hapludands, familia medial, amórfica, isotérmica (PM 071307) en un 90%. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La Consociación Totolyá, presenta las siguientes fases:

- **POBb1:** fase por pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), erosión ligera (44 ha).

En la Figura 4.190 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

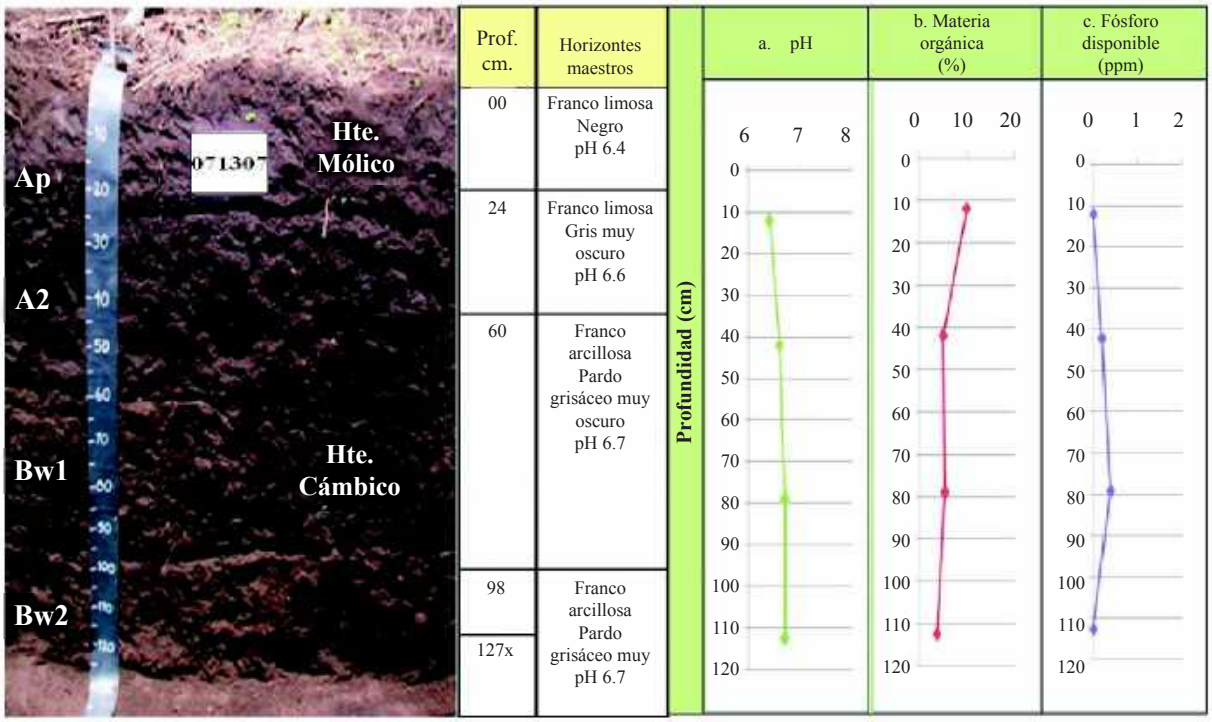


Figura 4.190. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 071307 de la Consociación Totolyá; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071307

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071307:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Totolyá
Símbolo		POB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Vitric Hapludands, familia medial, amórfica, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	El Porvenir
	Caserío, sector, sitio, finca	A 25 metros del campo de foot-ball de la aldea El Porvenir
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 432830
		Latitud (Y): 1612367
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	9412
	Línea de vuelo No.	462
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico
Material Parental		Depósitos superficiales clásticos hidro–volcánicos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		1,218 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Ligeramente inclinadas
	Rango	3–7 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	2,000 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °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.	22.0 °C.
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-

Pedregosidad superficial	**Tipo**	No hay
	Clase	-
	Superficie cubierta	-
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Profunda
	Profundidad	127 cm.
	Limitante	Sin limitaciones
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque mixto
	Nombre de los cultivos	Café, maíz, plátano
	Limitante del uso	-
Vegetación natural		Guarumo, chaperno, cushin
Describió		William Hernán González Martínez, Oscar Antonio Hernández de la Parra
Fecha de descripción		17-08-2010

Profundidad y nomenclatura	**Descripción de horizontes**
0 – 24 cm. Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco limosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (2%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura granular, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, 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 plano.
24 – 60 cm. A2	Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura de campo franco limosa 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, 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 6.6, reacción neutra; límite claro y plano.
60 – 98 cm. Bw1	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) y negro (2.5YR2.5/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración de naturaliza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, 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 gradual y claro.
98 – 127x cm. Bw2	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; poca gravilla (3%), irregular, sin alteración de naturaliza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, irregulares, continuos; frecuentes raíces, finas, vivas de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, moderada al H_2O_2; pH 6.7, 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 071307:

Cuadro 4.219. Resultados de los análisis físicos del perfil 071307

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
0-24	0.47	1.05	63.95	37.11				13.19	23.18	32.05	55.24
24-60	0.82	1.11	62.96	30.83				13.83	13.33	12.79	26.13

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-24	23.92
24-60	17.00

Cuadro 4.220. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071307

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.
0-24	52.78	46.45	0.77	FA	FL	2	6.4	5.18	9.84				N.D.	8.03	Alta
24-60	54.59	44.63	0.78	FA	FL	2	6.6	2.60	4.94				0.20		
60-98	55.05	44.18	0.77	FA	FAr	3	6.7	2.78	5.28				0.39		
98-127	53.27	43.83	2.89	FA	FAr	3	6.7	1.94	3.69				N.D.		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-24	42.15	30.03	12.13	30.03	16.11	13.49	0.31	0.12		38.22	32.01	0.73	0.27	
24-60	29.62	18.39	11.23	18.39	9.31	8.72	0.26	0.10		31.44	29.44	0.86	0.33	
60-98	22.79	12.86	9.92	12.86	5.30	7.07	0.41	0.08		23.27	31.05	1.80	0.34	
98-127	21.65	10.43	11.21	10.43	5.00	4.98	0.36	0.10		23.09	23.01	1.64	0.45	

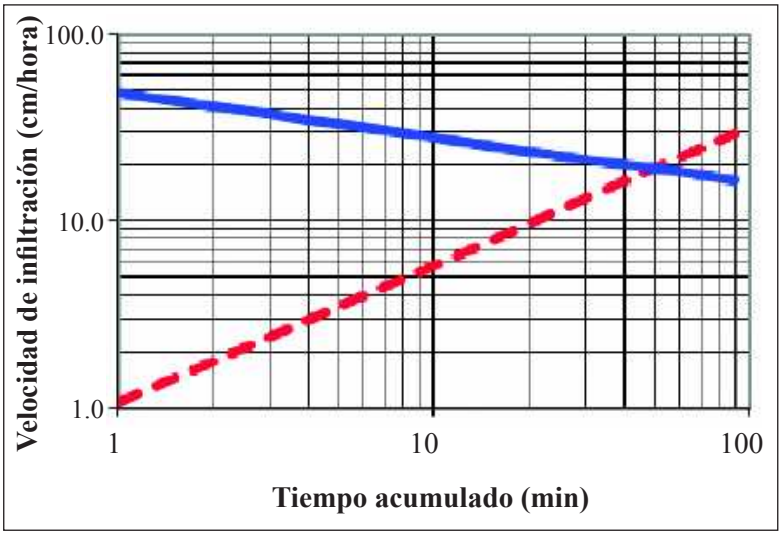
Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-24	71.23	0.25	8.85	2.00	18.45	66.90	1.30	1.50		1.62
24-60	62.08	0.45	10.75	3.00	11.55	71.10	1.50	1.80		1.76
60-98	56.45	0.65	3.35	6.95	7.20					
98-127	48.19	1.25	3.60	4.00	6.25					

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 química.

Cuadro 4.221. Resultados del análisis mineralógico del perfil 071307

Especies minerales de la fracción de arcilla	Profundidad (cm)	
	24-60	60-98
Cristobalita	Tr	Tr
Caolinita	Tr	-
Feldespatos	++	++
Intergrados 2:1 - 2:2	-	-
Material no cristalino	++++	++++
Metahaloisita	-	-
Especies minerales de la fracción de arena	**Profundidad (cm)**	
	24-60	60-98
Anfiboles	tr	Tr
Circón	8	9
Cuarzo	13	4
Feldespatos plagioclasas	16	8
Opacos	27	39
Piroxenos	24	12
Productos de alteración	12	26
Vidrio volcánico	tr	2

CONVENCIONES			
Dominante, mayor de 50%	++++	Presente, de 5 a 15%	+
Abundante, de 30 a 50%	+++	Trazas, menor de 5%	Tr
Común, de 15 a 30%	++	Dudoso	?
No detectado	N.D.		



Infiltración instantánea ____
Infiltración acumulada ------

$I = 48.59t^{(-0.237)}$ $r^2 = 0.81$

Interpretación: La infiltración básica es de 15.00 cm/h y se califica como rápida.

Figura 4.191. Lámina infiltrada acumulada y velocidad de infiltración de las pruebas para los suelos de la Consociación Totolyá. Perfil modal 071307

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.190, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B. El horizonte A se subdivide en Ap y A2, presenta color negro y gris muy oscuro, de textura franco limosa, estructura granular y bloques subangulares respectivamente, consistencia friable. El horizontes B se subdivide en Bw1 y Bw2, el Bw1 es de color pardo grisáceo muy oscuro y negro (mezcla), el horizonte Bw2 es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares y consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.219, la porosidad total es alta en el primer horizonte y baja en el segundo, domina la microporosidad sobre la macroporosidad. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y baja en el segundo.

Como se observa en el Cuadro 2.220 y la Figura 4.190, la reacción del suelo varía de ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es alto en el primer y tercer horizonte y medio en los restantes.

Con referencia a los cationes, el Magnesio presenta valores altos, el Calcio presenta valores que varían de altos en superficie a medios en profundidad, el Potasio presenta valores medios. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso y el Zinc presentan valores altos en los primeros horizontes y medios a partir del tercer horizonte, mientras que el Hierro y Cobre presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

De acuerdo con el Cuadro 4.221, la fracción arcillosa del suelo presenta los siguientes minerales: material no cristalino es dominante, los feldespatos se califican como común, la caolinita y cristobalita se presenta como trazas; las especies minerales que existen dentro de la fracción arena son: los productos de alteración, los feldespatos plagioclasas, opacos y piroxenos con calificación común, el circón y cuarzo se le da la calificación de presente, mientras que el anfíbol y vidrio volcánico se presentan en trazas.

En la Figura 4.191 se presenta la gráfica de infiltración de agua en el suelo dada en cm/h, la cual se ha determinado como rápida, realizada en el perfil modal 071307.

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

Suelos minerales de evolución moderada, de origen ígneo, derivados de tefras, pómez y lodo, con presencia de vidrio volcánico. Presentan moderada retención de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Son suelos profundos, con contenidos altos de materia orgánica, de texturas moderadamente finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases alta y reacción de ligeramente ácida a neutra. Régimen de humedad del suelo údico, por lo que la distribución de lluvias es suficiente durante el año y permite un cultivo continuo. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15.0 a 22.0°C, las que corresponden a un régimen isotérmico.

Estos suelos presentan pendientes ligeramente inclinadas (3–7%) y erosión ligera. Poseen vocación agrícola y son aptas para el establecimiento de cultivos agrícolas intensivos y ganadería intensiva.

Se recomienda implementar ligeras prácticas de conservación de suelos, tales como sembrar al contorno y establecer barreras vivas y muertas. Realizar una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos. La ganadería intensiva implica: mejorar el hato ganadero con razas mejoradas, establecer pastos cultivados, el diseño adecuado de potreros, establecimiento de pastos de corte y en general un plan de manejo de la explotación ganadera.

Respecto a la fertilidad de estos suelos, es necesario mantener e incrementar el contenido de materia orgánica que poseen por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Nitrógeno, Potasio y Fósforo; como presenta valores moderados de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Hierro y Cobre.

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 POBb1, pertenece a la clase II, subclase II pe y grupo de manejo II pe-1, por lo que son 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.

4.3.3.4 Consociación Nueva Vida (orden Molisol): Typic Hapludolls, familia esquelética - arcillosa, superactiva, isotérmica (SSS, 2010), perfil modal 071301. Símbolo POC

Esta consociación se ubica en inmediaciones de la colonia Santa Cruz Quixayá, Finca San José Cacahuate del municipio de San Lucas Tolimán; abarca una extensión de 36 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "templado muy húmedo" (Código O), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 17.1y 20.7 ºC y un rango de precipitaciones de 2,001 a 4,000 mm anuales y un rango de altitudes de 1,000 a 1,800 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presentan los siguientes valores: temperatura media anual de 20.3 °C, precipitación anual media de 3,055 mm y una altitud media de 812 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*). En la Figura 4.192 se observa el bosque latifoliado como cobertura vegetal.



Figura 4.192. Escarpe en el paisaje de piedemonte hidro-volcánico; en la fotografía se observa un bosque latifoliado en el municipio de San Lucas Tolimán (Foto: C. García, 2010)

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en terrenos con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), correspondientes al paisaje piedemonte hidro-volcánico en relieve de escarpe.

La Consociación está compuesta por el suelo Typic Hapludolls, familia esquelética - arcillosa, superactiva, isotérmica (PM 071301) en un 90%, el restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.

La consociación Nueva Vida, presenta las siguientes fases:

- **POCf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (22 ha)
- **POCfp1:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (14 ha)

En la Figura 4.192 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

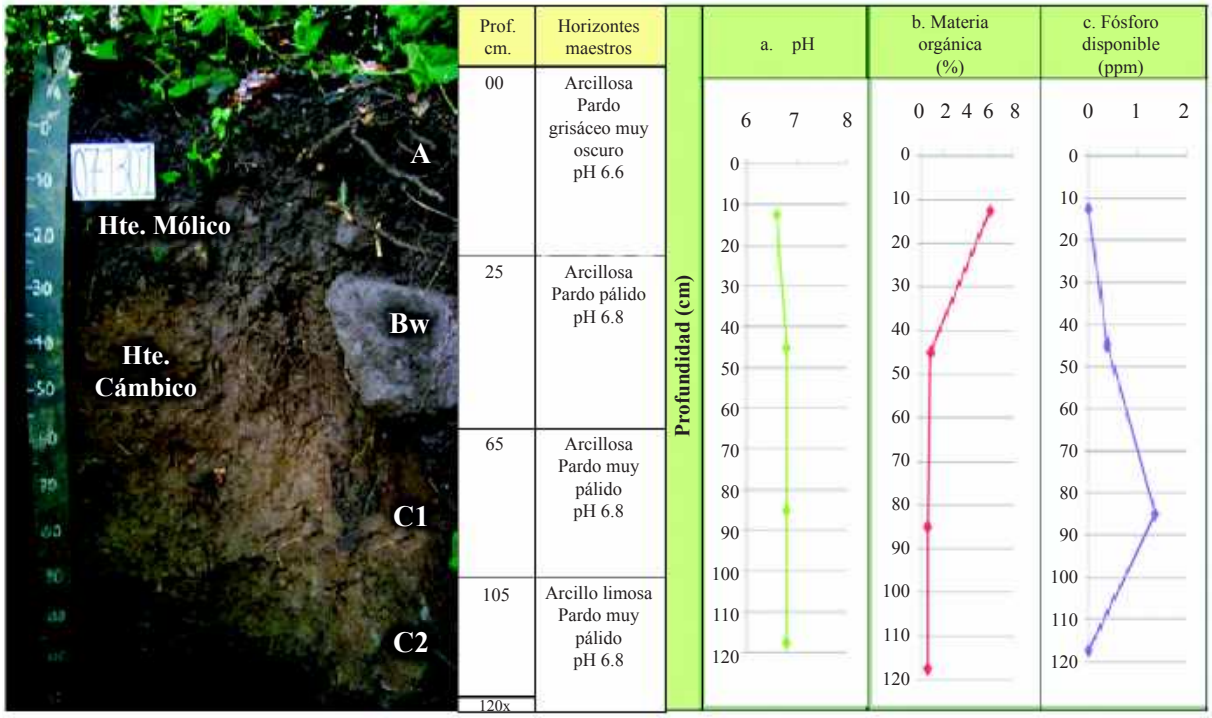


Figura 4.193. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 071301 de la Consociación Nueva Vida; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: C. García, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 071301

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 071301:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Nueva Vida
Símbolo		POC
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Mólico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Hapludolls, familia esquelética - arcillosa, superactiva, isotérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	San Lucas Tolimán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Nueva Vida
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 432622
		Latitud (Y): 1607043
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	2008
	Línea de vuelo No.	454
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Escarpe
	Forma del terreno	Plano escarpado

Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		835 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 – 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Templado muy húmedo
	Precipitación promedio anual	3,010 mm.
	Temperatura promedio anual	20.0 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isotérmica
	Temperatura a 50 cm.	23.7 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10%
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**	Bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	No hay
	Limitante del uso	Pendiente moderadamente escarpada, presencia de material compactado
Vegetación natural		Cedrillo, palo blanco
Describió		César David García Sic
Fecha de descripción		17-08-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0 – 25 cm. A	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%) y frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, finos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución anormal; frecuente actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.6, reacción neutra; límite claro y ondulado.
25 – 65 cm. Bw	Color en húmedo pardo pálido (10YR6/3); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%) y frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, medios y gruesos, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, continuos; muchas 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 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
65 – 105 cm. C1	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/4); textura de campo arcillosa y de laboratorio franca; frecuente gravilla (20%) y frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; frecuentes poros, medianos, tubulares, discontinuos; frecuentes raíces, finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra; límite claro y ondulado.
105 – 130x cm. C2	Color en húmedo pardo muy pálido (10YR7/3); textura de campo arcillo limosa y de laboratorio franco limosa; poca gravilla (10%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, medianos, tubulares, discontinuos; pocas raíces finas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H_2O_2; pH 6.8, reacción neutra.

B). Resultados de laboratorio: Análisis físicos y químicos

En los cuadros siguientes, se presentan los resultados de laboratorio del perfil 071301:

Cuadro 4.222. Resultados de los análisis físicos del perfil 071301

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	1.36	1.5	52.87	45.71				15.15	1.26	8.07	9.33
25-65	1.31	1.48	57.42	18.39				11.46	7.81	3.68	11.49

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-25	30.56
25-65	6.93

Cuadro 4.223. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 071301

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	43.46	47.39	9.14	F	Ar	40	6.6	3.12	5.93				N.D.	8.37	Alta
25-65	40.90	47.35	11.75	F	Ar	40	6.8	0.44	0.83				0.39		
65-105	45.70	44.81	9.48	F	Ar	40	6.8	0.32	0.60				1.37		
105-130	27.68	55.13	17.19	FL	ArL	10	6.8	0.32	0.60				N.D.		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-25	39.30	19.95	19.35	19.95	15.88	2.96	1.09	0.02		40.40	7.53	2.78	0.04	
25-65	27.34	20.46	6.88	20.46	14.72	5.10	0.63	0.00		53.84	18.65	2.32	0.01	
65-105	29.05	18.86	10.19	18.86	13.93	4.11	0.79	0.03		47.96	14.16	2.71	0.09	
105-130	29.05	20.76	8.29	20.76	16.34	3.46	0.74	0.23		56.25	11.89	2.53	0.78	

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-25	50.76	0.80	4.20	32.95	108.65	32.90	0.34	0.61	0.19	
25-65	74.82	3.25	1.10	55.40	22.35	25.30	0.34	0.59		
65-105	64.92	3.50	1.75	84.25	27.45					
105-130	71.45	1.25	3.00	3.60	9.05					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.193, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B–C. El horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el segundo horizonte es un Bw de color pardo pálido, de textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el tercer horizonte es un C1 de color pardo muy pálido, de textura arcillosa, sin estructura (masivo), consistencia firme; el cuarto horizonte es un C2 de color pardo muy pálido, textura arcillo limosa, sin estructura (masivo) y consistencia firme.

Como se observa en el Cuadro 4.222, la porosidad total es baja. La humedad aprovechable es alta en el primer horizonte y muy baja en el segundo.

Según el Cuadro 4.223 y la Figura 4.193, la reacción del suelo es neutra. La capacidad de intercambio de cationes es alta, la saturación de bases es alta; el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y bajo en los demás.

Con referencia a los cationes, el Calcio, el Magnesio y el Potasio, presentan valores altos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Manganeso y el Hierro presentan valores altos, el Zinc valores medios y bajos en profundidad; el Cobre presenta valores bajos en el primero y cuarto horizonte y medios en los demás. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es alta.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, de origen ígneo, derivados de piroclastos Presentan moderada retención de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y el aluminio activo, con contenidos altos de materia orgánica en el primer horizonte. Son suelos moderadamente superficiales, de texturas finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases alta y reacción neutra. Régimen de humedad del suelo údico, por lo que la distribución de lluvias es suficiente durante el año para un

cultivo continuo. Los suelos presentan temperaturas edáficas entre 15.0 a 22.0°C, las que corresponden a un régimen isotérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con su posición en el relieve, ya que se ubican en escarpes con pendientes moderadamente escarpadas, erosión ligera y severa, pedregosidad superficial, fragmentos de roca en el perfil y drenaje moderadamente excesivo.

La fase que presenta pendientes moderadamente escarpadas (50-75%) y erosión severa y la fase con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), mediana pedregosidad superficial y erosión ligera, son de vocación forestal y poseen aptitud para el establecimiento de plantaciones forestales y actividades productivas en bosques naturales bajo prácticas de manejo.

En los suelos con vocación forestal es necesario mantener los suelos cubiertos para minimizar la erosión hídrica, por lo tanto debe manejarse adecuadamente la hojarasca. El aprovechamiento forestal debe ser realizado en época seca y efectuarlo utilizando planes de manejo. Las plantaciones forestales es recomendable hacerlas implementando curvas de nivel y/o con terrazas individuales; así como es importante establecer acequias y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer medidas 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 POCfp1 pertenece a la clase VII, subclase VII p y grupo de manejo VII p-2; la fase POCf3 pertenece a la clase VII, subclase VII pe y grupo de manejo VII pe-2; presentan vocación forestal.

Para conocer las especies 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.

4.3.3.5 Consociación La Ceiba (orden Andisol): Typic Hapludands, familia medial, isohipertérmica (SSS, 2010), perfil modal 070610. Símbolo PYA

Esta unidad se localiza en inmediaciones de la aldea Tzanpoj, caseríos Chibaquib, Chicotiyap, Chicucab, Chiquilá, Chirijalimá, Chivaquir, Chuacatesicabaj, Chuiguirondina, Chuisajcabá II, La Toma, Pajocá, Paquilá, Pasac, Patzité, Yoxajá del municipio de Nahualá; aldeas Pasín, Camache Grande, Chilopisab, La Ceiba, Palacal; caseríos Chajzucubalib, Chinimá, Chuisamayac, Chuajij, Chuisacabá I, Chuisantotomás, Pabeyá, Pacamaxché, Pachipal, Pasajquim, Payoxajá, Sohomip, Tzampojuyup y Tzucubal del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Tiene una extensión de 2,464 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo “semicálido muy húmedo” (Código Y), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 20.8 y 24.3 ºC, precipitaciones mayores a 4,001 mm anuales y un rango de altitudes de 600 a 1,000 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 21.8 °C, precipitación anual media de 4,211 mm y una altitud media de 923 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*). En la Figura 4.194 se observa que el uso de la tierra predominante es la agricultura.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos hidro–volcánicos (tefras, pómez y lodo), en terrenos con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%), correspondientes al paisaje piedemonte hidro-volcánico en relieve de abanico.

La Consociación está compuesta por los suelos Typic Hapludands, familia medial, isohipertérmica (PM 070610) en un 80% y Typic Hapludands, familia medial, amórfica, isohipertérmica (PI 070524) en un 20% del total del área.



Figura 4.194. La fotografía corresponde a un área de Abanico en el paisaje piedemonte hidro-volcánico, donde se observa el cultivo de café (Foto: W. González 2010).

La inclusión de la Consociación corresponde al suelo Typic Hapludands, familia medial, amórfica, isohipertérmica (PI 070524) en un 20%; caracterizándose por ser suelos profundos, con drenaje natural bueno, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido, reacción fuerte al NaF, fertilidad natural alta, con pendientes que van desde fuertemente inclinadas y erosión ligera (Ver detalles de la inclusión en el anexo B).

La Consociación La Ceiba, presenta las siguientes fases:

- **PYAc1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), erosión ligera (694 ha).
- **PYAcp1:** fase por pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), poca pedregosidad superficial, erosión ligera (561 ha).
- **PYAd1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12- 5%), erosión ligera (552 ha).
- **PYAdp1:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), mediana pedregosidad superficial, erosión ligera (657 ha).

En la Figura 4.195 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y las gráficas del comportamiento de algunas propiedades como pH, materia orgánica y fósforo disponible. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

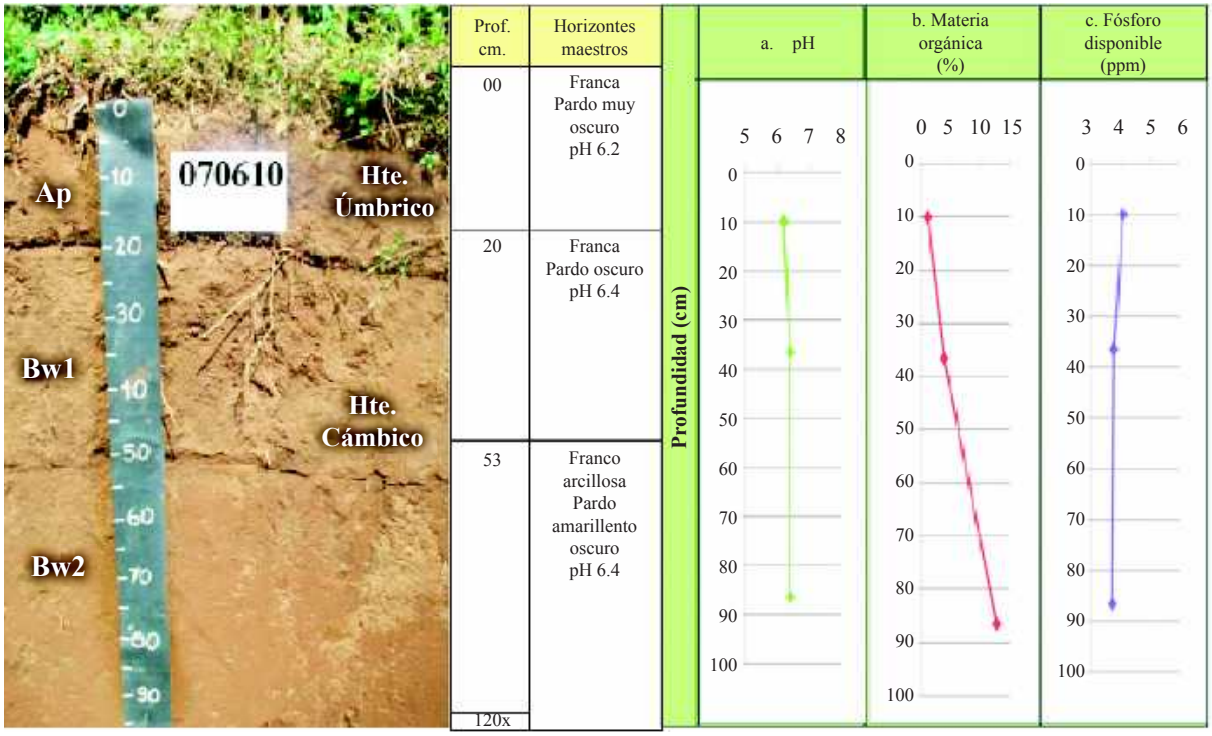


Figura 4.195. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 070610 de la Consociación La Ceiba; las gráficas muestran el comportamiento del pH, la materia orgánica y el fósforo disponible a través del perfil (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070610

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070610:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación La Ceiba
Símbolo		PYA
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	Cámbico
	Nombre	**Typic Hapludands, familia medial, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Catarina Ixtahuacán
	Aldea	La Ceiba
	Caserío, sector, sitio, finca	La Ceiba
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 396943
		Latitud (Y): 1615095
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4601
	Línea de vuelo No.	452
	Bloque No.	04
Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Abanico
	Forma del terreno	Cuerpo de abanico

Material Parental		Depósitos superficiales clásticos hidro - volcánicos (tefras, pómez y lodo)
Altitud		779 m.s.n.m.
Pendientes	**Clase**	Moderadamente inclinadas
	Rango	7 – 12 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido muy húmedo
	Precipitación promedio anual	4,000 mm.
	Temperatura promedio anual	22.8 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm.	22.1 °C
Drenaje	**Interno**	Moderado
	Externo	Moderado
	Natural	Bueno
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Laminar
	Grado	Ligero
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	5 %.
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, aguacate, zapote, naranja, banano
	Limitante del uso	-
Vegetación natural		No hay
Describió		William Hernán González Martínez, Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		6-12-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0-20 cm. Ap	Color en húmedo pardo muy oscuro (10YR2/2); textura de campo franca y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; muchas raíces medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.2, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
20-53 cm. Bw1	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo franca y de laboratorio franco limosa; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, 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; reacción fuerte al NaF, no hay al HCl, ligera al H_2O_2; pH 6.4, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.
53-120x cm. Bw2	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franca; estructura en bloques subangulares medios y gruesos, débiles; 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 fuerte 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 perfil 070610:

Cuadro 4.224. Resultados de los análisis físicos del perfil 070610

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	0.63	1.50	122.77	55.65				27.06	31.71	26.29	58.00
20-53	0.70	1.32	136.90	58.65				27.78	26.85	20.12	46.97

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	28.59
20-53	30.87

Cuadro 4.225. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070610

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	52.15	45.50	2.35	FA	F		6.2	0.54	1.03				4.07	6.29	Media
20-53	47.39	50.24	2.37	FL	F		6.4	2.02	3.83				3.77		
53-120	44.44	46.83	8.73	F	FAr		6.4	6.70	12.73				3.72		

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	26.75	4.97	21.78	4.96	3.84	0.93	0.03	0.16	0.01	14.36	3.48	0.11	0.60	0.04
20-53	17.00	3.38	13.62	3.34	2.30	0.63	0.26	0.15	0.04	13.53	3.71	1.53	0.88	0.24
53-120	25.50	3.58	21.92	3.55	2.67	0.60	0.12	0.16	0.03	10.47	2.35	0.47	0.63	0.12

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	18.54	1.70	6.76	26.20	2.55	94.70	4.2	1.7		
20-53	19.65	1.12	0.43	24.40	1.00	94.50	3.9	1.5		
53-120	13.92	0.40	0.20	20.80	1.00					

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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.195, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–B. El primer horizonte es un Ap, de color pardo muy oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable. El segundo es un horizonte Bw1 de color pardo oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el último es un horizonte Bw2 de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable.

Como se observa en el Cuadro 4.224, la porosidad total es alta, en ella predomina la macroporosidad sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es media en el primer horizonte y alta en el segundo.

Según el Cuadro 4.225 y la Figura 4.195, la reacción del suelo es ligeramente ácida. La capacidad de intercambio catiónico es media en el segundo horizonte y alta en los demás y la saturación de bases es baja; el contenido de materia orgánica es bajo en el primer horizonte y alto en profundidad.

Con referencia a los cationes, el Calcio presenta valores medios en el primer horizonte y bajos en los siguientes; el Magnesio y el Potasio presentan valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como alta.

Respecto a los elementos menores, el Hierro presenta valores altos, el Zinc presenta valores altos en el primer horizonte y bajos en profundidad, el Cobre y el Manganeso presentan valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es media.

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

Suelos minerales de evolución moderada, derivados de cenizas volcánicas. Presentan contenidos bajos de materia orgánica en el primer horizonte y altos en profundidad; alta adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo. Son suelos profundos, de texturas medias, capacidad de intercambio de cationes alta a media, saturación de bases baja y reacción ligeramente ácida. Régimen de humedad del suelo údico, por lo que la distribución de lluvias es suficiente durante el año para un cultivo continuo. Los suelos presentan temperaturas edáficas mayores a 22.0°C que corresponden a un régimen isohipertérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos se vinculan con las pendientes presentes que van de moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas, presencia de pedregosidad superficial y erosión ligera.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y erosión ligera son de vocación agrícola por lo que son aptas para el establecimiento de cultivos intensivos o ganadería semi-intensiva.

Las fases de estos suelos que poseen pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) con erosión ligera, son de vocación agrícola y aptas para el establecimiento de cultivos de diferentes ciclos de producción.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos cuya intensidad estará en relación al aumento de pendiente, tales como sembrar al contorno, establecer barreras vivas y muertas. Se recomienda realizar una labranza mínima para preservar la estructura del suelos y dejarlo cubierto con materiales vegetales para evitar la erosión hídrica y eólica. Asimismo, se recomienda establecer cortinas rompevientos. La ganadería semi-intensiva implica trabajar con un hato ganadero de razas mejoradas; establecer pastos cultivados y pastos de corte; diseñar potreros de tamaño adecuado; establecer una adecuada carga por hectárea y evitar el sobrepastoreo.

Respecto a la fertilidad, es necesario incrementar el contenido de materia orgánica que posee el suelo, por lo que se recomienda aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Respecto a la fertilización química, el suelo necesita los elementos mayores Potasio, Nitrógeno y Fósforo; como presenta valores altos de retención de fósforo, debe aplicarse fuentes fosforadas de menor solubilidad, aplicarlas en dosis moderadas y cercanas a las raíces. Respecto a los micronutrientes y dependiendo de la rentabilidad del cultivo, debe aplicarse Cobre y Manganeso.

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 PYAc1 pertenece a la clase III, subclase III p y grupo de manejo III p-1; la fase PYAcp1 pertenece a la clase III, subclase III ps y grupo de manejo III ps-1 son de vocación agrícola con cultivos intensivos o ganadería semi-intensiva.

La fase PYAd1 pertenece a la clase IV, subclase IV p y grupo de manejo IV p-1; la fase PYAdp1 pertenece a la clase IV, subclase IV ps y grupo de manejo IV 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.

4.3.3.6 Consociación Ixtacapa (orden Inceptisol): Andic Humudepts, familia esquelética-medial, isohipertérmica (SSS, 2010), perfil modal 070609. Símbolo PYB

Esta unidad se localiza en inmediaciones de los caseríos, Xolcaja, Chibaquib, Chirijalimá, Chuigirondina, La Toma, Chuisajcabá II del municipio de Nahualá; aldea Pasín, caseríos Chuicumatzá, Chisamayac, Tzucubal y Samabaj del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Tiene una extensión de 741 hectáreas.

Según Thornthwaite (MAGA, 2009), el clima de la región corresponde al tipo "semicálido muy húmedo" (Código Y), que se caracteriza por presentar rangos de temperaturas medias anuales entre 20.8 y 24.3 ºC, precipitaciones mayores a 4,001 mm anuales y un rango de altitudes de 600 a 1,000 msnm. Los polígonos de suelos de la unidad, presenta los siguientes valores: temperatura media anual de 21.7 °C, precipitación anual media de 4,270 mm y una altitud media de 907 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*). En la Figura 4.196 se observa que el tipo de cobertura vegetal predominante es bosque latifoliado.

Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en terrenos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), ligeramente escarpadas (25-50%), moderadamente escarpadas (50-75%) y fuertemente escarpadas (>75%), correspondientes al paisaje piedemonte hidro-volcánico en relieve de cañones y cañadas.

La Consociación está compuesta por el suelo Andic Humudepts, familia esquelética - medial, isohipertérmica (PM 070609) en un 90% del total del área. El restante 10% corresponde a otros suelos no identificados a la escala cartográfica del estudio.



Figura 4.196. Cañones y cañadas en el paisaje de piedemonte hidro-volcánico; en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán (Foto: W. González, 2010).

La Consociación Ixtacapa, presenta las siguientes fases:

- **PYBd3:** fase por pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), erosión severa (127 ha).
- **PYBe3:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), erosión severa (47 ha).
- **PYBep3:** fase por pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), mediana pedregosidad superficial, erosión severa (62 ha).
- **PYBf3:** fase por pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), erosión severa (221 ha).
- **PYBgp3:** fase por pendientes fuertemente escarpadas (>75%), abundante pedregosidad superficial, erosión severa (284 ha).

En la Figura 4.197 se presenta la morfología del perfil modal, profundidad de los horizontes, textura, color y pH. Posteriormente se presenta una descripción completa del suelo en mención.

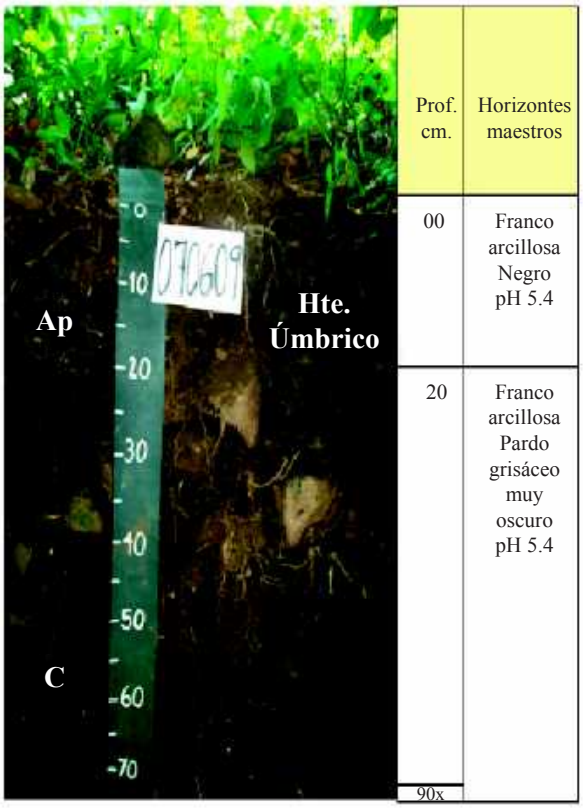


Figura 4.197. En la fotografía se observan los horizontes identificados en el PM 070609 de la Consociación Ixtacapa (Foto: W. González, 2010).

A). Descripción del perfil modal No. 070609

A continuación se presenta la descripción de las características externas e internas del PM 070609:

Tipo de perfil		Modal
Unidad Cartográfica		Consociación Ixtacapa
Símbolo		PYB
Taxonomía del suelo	**Epipedón**	Úmbrico
	Endopedón	No hay
	Nombre	**Andic Humudepts, familia esquelética - medial, isohipertérmica**
Localización Geográfica	**Departamento**	Sololá
	Municipio	Santa Catarina Ixtahuacán
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Río Ixtacapa
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 397173
		Latitud (Y): 1618128
Fotografías Aéreas	**Foto No.**	4210
	Línea de vuelo No.	451
	Bloque No.	04

Posición Geomorfológica	**Paisaje**	Piedemonte hidro-volcánico
	Tipo de relieve	Cañones y cañadas
	Forma del terreno	Laderas
Material Parental		Depósitos piroclásticos consolidados (tobas)
Altitud		883
Pendientes	**Clase**	Fuertemente escarpadas
	Rango	Mayor a 75 %
Aspectos climáticos	**Clima ambiental**	Semicálido muy húmedo
	Precipitación promedio anual	4,000 mm.
	Temperatura promedio anual	21.4 °C
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los 2 semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	**Régimen de humedad**	Údico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm.	19.7 °C
Drenaje	**Interno**	Rápido
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	**Clase**	Hídrica
	Tipo	Surcos y cárcavas
	Grado	Severo
Movimientos en masa	**Clase**	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	**Clase**	No hay
	Superficie cubierta	-
Pedregosidad superficial	**Tipo**	Piedra
	Clase	Abundante
	Superficie cubierta	30 %.
Nivel freático	**Clase**	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	**Clase**	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	**Clase**	Muy superficial
	Profundidad	20 cm.
	Limitante	Fragmentos de roca > 60%
Uso	**Actual**	Agricultura y bosque latifoliado
	Nombre de los cultivos	Café bajo sombra
	Limitante del uso	Fragmentos de roca en el perfil, pendiente fuertemente escarpada, erosión severa
Vegetación natural		Ilamo, encino
Describió		William Hernán González Martínez, Manuel de Jesús Tum Canto
Fecha de descripción		6-12-2010

Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes
0-20 cm. Ap	Color en húmedo negro (10YR2/1); textura de campo franco arcillosa y de laboratorio franco arenosa; estructura en bloques subangulares finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; frecuentes poros, gruesos, tubulares, continuos; frecuentes raíces 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 5.4, reacción fuertemente ácida; límite gradual y ondulado.
20-90x cm. C	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); textura de campo franco arcillosa; abundante pedregón (45%) y piedra (35%), subredondeada, alteración mediana, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); pocos poros, medianos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución anormal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderad al NaF, no hay 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 070609:

Cuadro 4.226. Resultados de los análisis físicos del perfil 070609

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	0.40	1.63	150.00	69.35				28.97	40.57	34.89	75.46

Profundidad	Humedad aprovechable
Cm	%
0-20	40.38

Cuadro 4.227. Resultados de granulometría y de los análisis químicos del perfil 070609

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	56.40	41.35	2.25	FA	FAr		5.4	6.29	11.95				8.10	5.02	Baja
20-90					FAr	80									

Profundidad	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
Cm	CICA	CICE	CICV	BT	Ca	Mg	K	Na	Al	SCa	SMg	SK	SNa	S.A.I.
0-20	36.75	6.09	30.66	6.08	4.26	1.50	0.09	0.23	0.01	11.59	4.08	0.24	0.63	0.18

Profundidad	Saturaciones %	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
Cm	SAB	Cu	Zn	Fe	Mn					
0-20	16.54	1.28	16.58	127.00	7.57	71.50	0.76	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 química.

C). Interpretación de la morfología del perfil y de los resultados de laboratorio

De acuerdo con la Figura 4.197, los suelos presentan un perfil de evolución moderada, del tipo A–C. El primer horizonte es un Ap de color negro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares, consistencia friable; el segundo es un horizonte C de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa, sin estructura (masivo), con presencia de extremadamente abundantes fragmentos de roca.

Como se observa en el Cuadro 4.226, la porosidad total es muy alta, la macroporosidad domina sobre la microporosidad. La humedad aprovechable es alta.

Según el Cuadro 2.227, la reacción del suelo es fuertemente ácida. La capacidad de intercambio de cationes es alta y la saturación de bases es baja; el contenido de materia orgánica es alto.

Con referencia a los cationes, el Calcio y el Magnesio presentan valores medios, el Potasio presenta valores bajos. El Fósforo disponible presenta valores bajos y la retención de fósforo se estima como media.

Respecto a los elementos menores, el Zinc y el Hierro presenta valores altos, el Manganeso presenta valores medios y el Cobre presenta valores bajos. Según los resultados de los análisis y las variables utilizadas, la fertilidad de los suelos es baja.

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

Suelos minerales de moderada evolución genética, derivados de cenizas volcánicas, que evolucionan especialmente en los horizontes superficiales, dicha evolución se relaciona con la materia orgánica, se manifiesta con la presencia de materiales húmicos y un aumento en espesor. Presenta contenidos altos de materia orgánica y moderada adsorción de fosfatos (PO_4) por los compuestos amorfos y por el aluminio activo que contienen. Son suelos muy superficiales, de texturas moderadamente finas, capacidad de intercambio de cationes alta, saturación de bases baja y reacción fuertemente ácida. Régimen de humedad del suelo údico, por lo que la distribución de lluvias es suficiente durante el año. Los suelos presentan temperaturas edáficas mayores a 22.0°C, las que corresponden a un régimen isohipertérmico.

Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son: pendientes fuertemente inclinadas a fuertemente escarpadas, erosión severa, extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo, suelos muy superficiales, drenaje moderadamente excesivo y pedregosidad superficial.

Las fases de suelos con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) a moderadamente escarpadas (50-75%), con extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil y con erosión severa y la fase con pendientes fuertemente escarpadas (mayor a 75%), extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil y erosión severa tienen vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.



En los suelos con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y protección de la biodiversidad, debe conservarse el bosque existente; se debe propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; es necesario establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados plantando especies arbóreas nativas, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas 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 fases PYBd3, PYBe3 y PYBep3 pertenecen a la clase VII, subclase VII-es y grupo de manejo VII-es1; la fase PYBf3 pertenecen a la clase VII, subclase VII-pes y grupo de manejo VII-pes1; las fases anteriores poseen son tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.

La fase PYBgp3 pertenece a la clase VIII, subclase VIII p y grupo de manejo VIII p-2, son tierras con vocación para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y 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.

4.3.4 Áreas de No Suelos

Hacen parte de ellas la Consociación Áreas Misceláneas de Tierras de Ceniza (TC); la Consociación Áreas Misceláneas Erosionadas (ME); la Consociación Áreas Misceláneas de Depósitos de Cauce (DC) y el Lago de Atitlán como Cuerpo de Agua (CA), las cuales se describen a continuación:

4.3.4.1 Consociación Áreas Misceláneas de Tierras de Ceniza (TC)

Esta unidad cartográfica se ubica en los cráteres y conos de los volcanes Atitlán y Tolimán, en el municipio de Santiago Atitlán, ocupan un área de 134 hectáreas (Figura 4.198).

Estas zonas se ubican en el tipo de relieve estrato – volcán, del paisaje de montaña volcano - erosional; los materiales geológicos están expuestos en superficie, en pendientes fuertemente escarpadas (>75%); el clima según Thornthwaite (UPGGR – MAGA, 2009) varía de extremadamente frío húmedo (Z) a muy frío húmedo (D), con rangos de temperatura ambiental entre < a 8 y 10 °C, precipitaciones comprendidas entre 1,001 a 2,000 mm., altitudes que varían entre 2,700 y > 3,300 msnm.

Están constituidas por partículas de lava solidificada y materiales piroclásticos como bombas, lapilli, ceniza y polvo volcánico, los cuales han sido expulsados por un conducto o cráter central como consecuencia de las explosiones por acumulación de gases. Comúnmente constituyen un material fragmentario o de piroclastos sueltos depositados en grandes bancos o mantos. Los conos son más empinados cerca del borde superior donde caen los bloques mayores. Las partículas más finas, como las cenizas volcánicas lo hacen a mayor distancia del cráter y dan lugar a faldas de pendientes más suaves, alrededor del cono.

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.



Figura 4.198. Tierras de Ceniza (TC) en el cono del volcán de Atitlán, con su cima recubierta de materiales piroclásticos no consolidados como tefras, ceniza y piedra pómez. Se pueden observar las áreas desprovistas de vegetación (Foto: W. González, 2010).

4.3.4.2 Consociación Áreas Misceláneas Erosionadas (ME)

Esta unidad cartográfica se localizan en el caserío Pachicoj, Finca Chuitziyutz del municipio de Concepción; caseríos Los Robles, Panalachaj, Panimaché III del municipio de San Andrés Semetabaj; caserío Casiguán del municipio de Nahualá; Aldea Patanatic del municipio de Panajachel; sitio Arqueológico, caserío Chitutul del municipio de San Antonio Palopó; caserío Los Tablones (Pacay) del municipio de San José Chacayá; caserío Paximbal del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; caserío El Potrero del municipio de Sololá, posee en superficie de 1,985 hectáreas (Figura 4.199).



Figura 4.199. Áreas misceláneas erosionadas, con ausencia de suelo, o con suelos superficiales incipientes, con procesos de colonización de vegetación natural, municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: W. González, 2010).

Estas áreas se encuentra en diferentes tipos de relieve del paisaje de montaña volcano-erosional, donde afloran materiales parentales como piroclásticos consolidados y no consolidados, además de materiales geológicos; el clima según Thornthwaite (UPGGR – MAGA, 2009) varía entre frío húmedo (J) a templado subhúmedo (Q), con rangos de temperatura ambiental entre 10.0 y 20.07 °C, precipitaciones comprendidas entre 601 a 2,000 mm., altitudes variantes entre 1,000 a 2,700 msnm.

Entre sus características se destacan las pendientes fuertemente onduladas a fuertemente escarpadas las cuales son afectadas por escurrimiento difuso y concentrado con erosión de grado severo y muy severo (bad-lands). Existen pequeñas áreas entre los escurrimientos con suelos muy superficiales y de bueno a excesivamente drenados.

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.

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.

4.3.4.3 Consociación Áreas Misceláneas de Depósitos de Cauce (DC)

Estas áreas se encuentran en inmediaciones de la Finca Santa Victoria del municipio de Concepción; Finca Natividad del municipio de Panajachel Caserío Panalachaj del municipio de San Andrés Semetabaj; Caserío Chuiquistel del municipio de San Antonio Palapó; Finca El Porvenir del municipio de San Lucas Tolimán; Cerro Chuitinamit del municipio de San Pedro La Laguna; Labor Panabaj y caserío Xechabac del municipio de Santiago Atitlán; finca Jaibal del municipio de Sololá. La unidad tiene una superficie de 263 hectáreas (Figura 4.200).



Figura 4.200. Depósitos de cauce, con predominio de materiales heterométricos: cantos rodados, arenas y cascajos, entre otros (Foto: W. González, 2010).

Estas áreas se encuentra en diferentes tipos de relieve, especialmente en vallecitos del paisaje de montaña volcano-erosional, presentan exposición de materiales aluvio – coluviales; el clima según Thornthwaite (UPGGR – MAGA, 2009) varía entre muy frío húmedo (D) a templado subhúmedo (Q), con rangos de temperatura ambiental entre 8.0 y 20.07 °C, precipitaciones comprendidas entre 601 a 2,000 mm., altitudes variantes entre 1,000 a 3,300 msnm.

Los depósitos de cauce o de lecho de río están formados por cantos rodados, gravas y arenas producto de la depositación del mismo río que, por su volumen, peso y tamaño, solo son arrastrados o movidos en distancias cortas durante las crecidas. En ocasiones las formas en conjunto forman barras de cauce que, en algunos casos poseen baja acumulación de sedimentos en suspensión (arenas finas y limos), los cuales son atrapados y retenidos en la superficie cuando descienden las aguas de inundación.

Esta unidad pertenece a la clase VIII, subclase VIII pes 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.

4.3.4.4 Cuerpo de Agua - Lago de Atitlán (CA)

Alrededor del perímetro del lago de Atitlán se encuentran asentados los municipios de Panajachel, Sololá, Santa Cruz La Laguna, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán, San Antonio Palopó y Santa Catarina Palopó. El lago ocupa un área de 12,340 hectáreas equivalentes al 10.6% del área total del departamento de Sololá (Figura 4.201)

Este cuerpo de agua se encuentra inmerso en el paisaje de montaña volcano-erosional; el clima del área según Thornthwaite (UPGGR – MAGA, 2009) es el templado subhúmedo (Q), con rangos de temperatura ambiental entre 17.1 y 20.07 °C, precipitaciones comprendidas entre 601 a 1,000 mm, altitudes variantes entre 1,000 a 1,800 msnm.

Entre los aspectos importantes del lago se destaca su longitud de aproximadamente 18 kilómetros y una profundidad de 350 metros. El lago de Atitlán y su naturaleza de origen volcánico se han formado dentro del período del ciclo volcánico que ha estado en proceso durante los últimos ciento cincuenta mil años. La hipótesis actual sobre los acontecimientos que dieron origen al Lago de Atitlán y su entorno, se basa en una serie de investigaciones vulcanológicas realizadas por Rose y otros (1987) y Newhall y otros (1986).

El evento culminante, es la llamada erupción de Los Chocoyos (PNUD, 2007), sus aguas se acumulan en el cráter del antiguo volcán (los Chocoyos), donde posteriormente surgieron los estrato-volcanes de San Pedro, Atitlán y Tolimán.

Para el departamento de Sololá el lago de Atitlán representa una importante fuente para el desarrollo económico de la región, por la alta influencia de turismo nacional y extranjero, que lo visita.



Figura 4.201. Vista del Lago de Atitlán (Foto: W. González, 2010).

La contaminación que actualmente recibe el lago se le atribuye a que es una cuenca captadora de agua de escorrentía, en la cual se depositan las aguas de varios ríos que traen consigo abundantes residuos contaminantes (plásticos, ropa usada, suelos producto de la erosión, desechos orgánicos, agroquímicos en forma de sales), provenientes de las poblaciones aledañas. (Figura 4.202).



Figura 4.202. Residuos sólidos y detergentes entre otros contaminantes se vierten a la cuenca del Lago de Atitlán, en este caso se trata del río Quiscab, que drena sus aguas entre San Jorge La Laguna y Santa Cruz La Laguna (Foto: W. González, 2010).

4.4 BIBLIOGRAFÍA

CRUZ, J.R. DE LA. 1983. Clasificación de las Zonas de Vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2010. Metodología de clasificación de las tierras por capacidad de uso. IGAC, República de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. 110 p.

-----. 2007. Normas y especificaciones de levantamiento de suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá, D.C., Colombia. 62 p.

-----. 2007. Manual de campo para levantamiento de suelos y tierras. Subdirección de Agrología. Bogotá D.C., Colombia. 148 p.

-----. MAGA. UNIDAD DE PLANIFICACIÓN GEOGRÁFICA Y GESTIÓN DE RIESGO – UPGGR-. 2009. Mapa de Clasificación Climática de la República de Guatemala, a escala 1:50,000, adaptado del Sistema Thornthwaite –Memoria Técnica-, inédito. 195 p.

SOIL SURVEY SATAFF, 2010. Keys to Soil Taxonomy. Eleventh Edition. USDA – NRCS. Washington D. C. 338 p.

Agradecimientos a:

Pintura de la portada:
“Cadena de Volcanes del Lago de Atitlán”
Pintor: José Yojcom Cortéz

Fotografías de textiles tipicos de Sololá
Lin Canola - Artesanías -
Museo Nacional de Arqueología y Etnología

Diseño de portada y contraportada
Marco González Esleker

