



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.

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

Escala
1:50,000

Convenio de Cooperación
43-2006 MAGA-IGAC

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-

Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sololá, Guatemala

VOLUMEN I

Convenio de Cooperación
No. 43-2006 MAGA- IGAC



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 II

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	
---	--



Gobierno
de COLOMBIA

PROSPERIDAD
PARA TODOS



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



**Gobierno
de COLOMBIA**

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



COMITE DE DIRECCIÓN

IVÁN DARÍO GÓMEZ GUZMÁN
MERCEDES VÁSQUEZ DE GÓMEZ

JULIÁN SERNA GIRALDO

FELIPE FONSECA FINO

LUIS FERNANDO SANDOBAL

JAIR ORLANDO FAJARDO FAJARDO

MARCELA ABELLA PALACIOS

DORA INÉS REY MARTINEZ

JORGE ARMANDO PORRAS BUITRAGO

HILDA YAMILE LOTA GUACHETÁ

IVANNA NUSSIKA AGUDELO PADILLA

JORGE GRANADOS ROCHA

RODRIGO MORATO HERRERA

KAREN JULIETH BARRIGA

JOHANA TRUJILLO MOYA

Director General

Secretaria General

Subdirector de Agrología

Subdirector de Geografía y Cartografía

Subdirector de Catastro (E)

Jefe Oficina Asesora de Planeación

Jefe Oficina Asesora Jurídica

Jefe Oficina Centro de Investigación

y Desarrollo de Información Geográfica, CIAF

Jefe Oficina Control Interno

Jefe Oficina de Informática y Telecomunicaciones

Jefe Oficina de Difusión y Mercadeo de Información

Asesor Dirección General

Asesor Dirección General

Asesora Dirección General

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



VOLUMEN II

INDICE

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO 5: CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO	757
5.1 CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS DE SOLOLÁ	757
5.2 LEYENDA DEL MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA Y SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES DE CAPACIDAD	761
5.3. DESCRIPCIÓN DE CLASES, SUBCLASES Y GRUPOS DE MANEJO	822
5.3.1 Tierras de la Clase I	822
5.3.2 Tierras de la Clase II	822
5.3.2.1 Sub clase por limitaciones de pendiente y erosión (IIpe)	823
5.3.2.1.1 Grupo de manejo IIpe-1	823
5.3.2.2 Subclase por limitaciones de pendiente, erosión y clima (IIpec)	824
5.3.2.2.1 Grupo de manejo IIpec-1	824
5.3.2.2.2 Grupo de manejo IIpec-2	825
5.3.3 Tierras de la Clase III	826
5.3.3.1 Subclase por limitaciones de pendiente (IIIp)	827
5.3.3.1.1 Grupo de manejo IIIp-1	827
5.3.3.1.2 Grupo de manejo IIIp-2	828
5.3.3.1.3 Grupo de manejo IIIp-3	829
5.3.3.2 Subclase por suelo (IIIs)	830
5.3.3.2.1 Grupo de manejo IIIs-1	830
5.3.3.2.2 Grupo de manejo IIIs-2	831
5.3.3.2.3 Grupo de manejo IIIs-3	831
5.3.3.2.4 Grupo de manejo IIIs-4	832
5.3.3.3 Subclase por pendiente y suelo (IIIsps)	833
5.3.3.3.1 Grupo de manejo IIIsps-1	833
5.3.3.3.2 Grupo de manejo IIIsps-2	834
5.3.3.3.3 Grupo de manejo IIIsps-3	835
5.3.3.3.4 Grupo de manejo IIIsps-4	836
5.3.4.1 Subclase por pendiente (IVp)	838
5.3.4.1.1 Grupo de manejo IVp-1	838
5.3.4.1.2 Grupo de manejo IVp-2	839
5.3.4.1.3 Grupo de manejo IVp-3	839
5.3.4.1.4 Grupo de manejo IVp-4	840
5.3.4.1.5 Grupo de manejo IVp-5	841
5.3.4.2 Subclase por suelo (IVe)	842
5.3.4.2.1 Grupo de manejo IVe-1	842
5.3.4.2.2 Grupo de manejo IVe-2	843
5.3.4.2.3 Grupo de manejo IVe-3	844
5.3.4.3 Subclase por erosión y suelo (IVs)	845



CONTENIDO

PÁGINA

5.3.4.3.1	Grupo de manejo IVs-1	845
5.3.4.3.2	Grupo de manejo IVs-2	846
5.3.4.3.3	Grupo de manejo IVs-3	847
5.3.4.4	Subclase por pendiente y erosión (IVpe)	849
5.3.4.4.1	Grupo de manejo IVpe-1	849
5.3.4.4.2	Grupo de manejo IVpe-2	850
5.3.4.4.3	Grupo de manejo IVpe-3	851
5.3.4.4.4	Grupo de manejo IVpe-4	852
5.3.4.5	Subclase por pendiente y suelo (IVps)	853
5.3.4.5.1	Grupo de manejo IVps-1	853
5.3.4.5.2	Grupo de manejo IVps-2	854
5.3.4.5.3	Grupo de manejo IVps-3	855
5.3.4.5.4	Grupo de manejo IVps-4	856
5.3.4.5.5	Grupo de manejo IVps-5	857
5.3.4.6	Subclase por pendiente, erosión y suelo (IVpes)	858
5.3.4.6.1	Grupo de manejo IVpes-1	858
5.3.4.7	Subclase por erosion y suelo	859
5.3.4.7.1	Grupo de manejo IVes-1	859
5.3.4.7.2	Grupo de manejo IVes-2	860
5.3.5	Tierras de la clase V	860
5.3.5.1	Subclase por humedad, suelo y clima (Vhsc)	861
5.3.5.1.1	Grupo de manejo Vhsc-1	861
5.3.6	Tierras de la clase VI	862
5.3.6.1	Subclase por pendiente (VIp)	863
5.3.6.1.1	Grupo de manejo VIp-1	863
5.3.6.1.2	Grupo de manejo VIp-2	864
5.3.6.1.3	Grupo de manejo VIp-3	866
5.3.6.1.4	Grupo de manejo VIp-4	867
5.3.6.2	Subclase por suelo (VIs)	869
5.3.6.2.1	Grupo de manejo VIs-1	869
5.3.6.2.2	Grupo de manejo VIs-2	870
5.3.6.2.3	Grupo de manejo VIs-3	871
5.3.6.2.4	Grupo de manejo VIs-4	872
5.3.6.3	Subclase por clima (VIc)	874
5.3.6.3.1	Grupo de manejo VIc-1	874
5.3.6.4	Subclase por pendiente y suelo (VIps)	875
5.3.6.4.1	Grupo de manejo VIps-1	875
5.3.6.4.2	Grupo de manejo VIps-2	876
5.3.6.5	Subclase por pendiente y clima (VIpc)	877
5.3.6.5.1	Grupo de manejo VIpc-1	877
5.3.7	Tierras de la Clase VII	878
5.3.7.1	Subclase por pendiente (VIIp)	880
5.3.7.1.1	Grupo de manejo VIIp-1	880
5.3.7.1.2	Grupo de manejo VIIp-2	881
5.3.7.1.3	Grupo de manejo VIIp-3	882
5.3.7.1.4	Grupo de manejo VIIp-4	883
5.3.7.1.5	Grupo de manejo VIIp-5	884



CONTENIDO	PÁGINA
5.3.7.1.6 Grupo de manejo VIIp-6	885
5.3.7.2 Subclase por erosión y suelo (VIIe)	886
5.3.7.2.1 Grupo de manejo VIIe-1	886
5.3.7.2.2 Grupo de manejo VIIe-2	887
5.3.7.3 Subclase pendiente y erosión (VIIpe)	887
5.3.7.3.1 Grupo de manejo VIIpe-1	887
5.3.7.3.2 Grupo de manejo VIIpe-2	889
5.3.7.4 Subclase por pendiente, erosión y suelo (VIIpes)	890
5.3.7.4.1 Grupo de manejo VIIpes-1	890
5.3.7.5 Subclase por erosion y suelo (VIIes)	891
5.3.7.5.1 Grupo de manejo VIIes-1	891
5.3.8 Tierras de la Clase VIII	892
5.3.8.1 Subclase por pendiente (VIIIp)	893
5.3.8.1.1 Grupo de manejo VIIIp-1	893
5.3.8.1.2 Grupo de manejo VIIIp-2	895
5.3.8.2 Subclase por pendiente, erosión y suelo (VIIIpes)	896
5.3.8.2.1 Grupo de manejo VIIIpes-1	896
5.4 BIBLIOGRAFÍA	897
6. CAPÍTULO 6: ZONIFICACIÓN DE TIERRAS	899
6.1 UNIDADES DE ZONIFICACIÓN DE TIERRAS	902
6.1.1 Tierras con vocación agrícola	906
6.1.1.1 Cultivos transitorios intensivos (CTI)	906
6.1.1.2 Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	908
6.1.1.3 Cultivos permanentes intensivos (CPI)	909
6.1.1.4 Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	910
6.1.2 Tierras con vocación agroforestal	911
6.1.2.1 Silvopastoril (ASP)	911
6.1.3 Tierras con vocación forestal	913
6.1.3.1 Forestal productor (FDP)	913
6.1.4 Tierras con vocación para la conservación	914
6.1.4.1 Áreas de conservación de recursos naturales y biodiversidad (ARNB)	915
6.1.4.2 Conservación y Recuperación (CRE)	917
6.1.4.3 Áreas de Reserva Natural	917
6.1.4.3.1 Parque regional (PR)	918
6.1.4.3.2 Reserva natural privada (RNP)	918
6.1.4.3.3 Zona de veda en los volcanes (ZVV)	919
6.1.5 Otras categorías	919
6.1.5.1 Centros Urbanos (CUR)	919
6.1.5.2 Cuerpos de Agua (CA)	921
6.2 BIBLIOGRAFÍA	922
7. CAPÍTULO 7: APLICACIONES ADICIONALES DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS	923
7.1 ASPECTOS FÍSICOS MÁS RELEVANTES	924



CONTENIDO

PÁGINA

7.1.1	Grupos texturales de los horizontes superficiales (horizontes A)	924
7.1.2	Porosidad total de los horizontes superficiales	925
7.1.3	Retención de Humedad de los suelos	927
7.1.4	Drenaje natural	927
7.1.5	Profundidad Efectiva Radicular	929
7.2	ASPECTOS QUÍMICOS DE LOS SUELOS	930
7.2.1	pH: reacción del suelo	930
7.2.2	Capacidad de intercambio de cationes (actividad de los suelos).....	931
7.2.3	Saturación de bases	932
7.2.4	Carbono orgánico (materia orgánica).....	933
7.2.5	Fósforo asimilable por las plantas	935
7.2.6	Potasio asimilable por las plantas.....	936
7.2.7	Fertilidad química de los suelos	937
7.2.8	Síntesis de los aspectos físicos y químicos de los suelos del departamento de Sololá	938
7.3	ASPECTOS AMBIENTALES DERIVADOS DEL MAPA DE SUELOS	938
7.3.1	Pendiente del terreno	939
7.3.2	Erosión actual de las tierras.....	940
7.3.3	Limitantes de los suelos: erosión, fragmentos gruesos, profundidad efectiva radicular y fertilidad natural	943
7.3.4	Contenido de carbono orgánico de los suelos y su vínculo con el secuestro de CO ₂ atmosférico y el cambio climático global	944
7.3.5	Intensidad del uso de las tierras.....	945
7.4	SÍNTESIS DEL CAPÍTULO	947
7.5	BIBLIOGRAFÍA	948

ANEXOS

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

	ANTECEDENTES	i
1.	PRIMERA ETAPA DE GABINETE DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS	iii
1.1	Generación y recopilación de información y mapas temáticos correspondientes a los ... factores formadores del suelo	iii
1.1.1	Imágenes digitales, ortofotos, modelos de elevación digital a escala 1:20,000	iii
1.1.2	Generación del mapa de clasificación climática (Sistema Thornthwaite) a escala 1:50,000	v
1.1.3	Obtención y readecuación del mapa de geología a escala 1:250,000	x
1.2	Generación del mapa y leyenda geomorfológica	xii
1.2.1	Interpretación y fotografías aéreas o fotointerpretación	xii
1.2.2	Vectorización de las delineaciones geomorfológica e incorporación a un sistema de información geográfico -SIG-	xiii
1.2.3	Cálculo de pendientes por medio del SIG para las delineaciones de las unidades geomorfológicas	xiv
1.2.4	Elaboración de la leyenda geomorfológica	xvi
1.3	Preparación y planificación del trabajo de campo	xix



CONTENIDO

PÁGINA

1.3.1	Diseño de las herramientas de captura de datos de campo: cajuelas y calicatas.....	xix
1.3.2	Diseño de las base de datos de cajuelas y calicatas y creación de la interfaz	xx
1.3.3	Dotación de equipo de campo a los técnicos.....	xxi
1.3.4	Dotación de información cartográfica básica y temática al equipo técnico	xxii
1.3.5	Diseño del muestreo de campo con base en las unidades geomorfológicas identificadas en la leyenda y mapa geomorfológico.....	xxiii
2.	TRABAJO DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS	xxiv
2.1	Socialización con las autoridades locales y población.....	xxiv
2.2	Realización de las observaciones	xxv
2.2.1	Observaciones de cajuela y barrenaje	xxv
2.2.2	Corrección de líneas geomorfológicas y delineación preliminar de líneas de suelos	xxvii
2.2.3	Ingreso de datos de observaciones a base de datos y definición de la cajuela modal	xxvii
2.2.4	Apertura de calicata, lectura de perfiles y toma de muestras	xxviii
2.2.5	Recolección de "monolitos": columnas de suelos representativos	xxx
3.	ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS Y CUADROS DE VALORES PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	xxx
3.1	Análisis de laboratorio de suelos: químicos, físicos y mineralógicos.....	xxxii
3.1.1	Análisis químicos realizados	xxxii
3.1.1.1	Potencial de hidrógeno (pH).....	xxxii
3.1.1.2	Saturación de Acidez intercambiable (S.A.I.).....	xxxiii
3.1.1.3	Saturación de bases intercambiables (SAB).....	xxxiii
3.1.1.4	Carbón orgánico (CO).....	xxxiii
3.1.1.5	Potasio disponible (K).....	xxxiv
3.1.1.6	Fósforo (P).....	xxxiv
3.1.1.7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	xxxv
3.1.1.8	Silicio, Hierro y Aluminio activos.....	xxxv
3.1.1.9	Índice melánico	xxxv
3.1.1.10	Calculo de la fertilidad natural de los suelos.....	xxxvi
3.1.1.11	Resumen de la calificación de propiedades químicas de suelos.....	xxxvi
3.1.2	Análisis físicos realizados	xxxviii
3.1.2.1	Textura.....	xxxviii
3.1.2.2	Densidad real, específica o de partícula	xl
3.1.2.3	Densidad aparente o de volumen.....	xl
3.1.2.4	Retención de humedad	xl
3.1.2.5	Aplicaciones de las propiedades físicas	xli
3.1.2.6	Resumen de la calificación de propiedades físicas de suelos	xlii
3.1.3	Análisis mineralógicos	xlii
3.1.3.1	Análisis Óptico (microscopico petrográfico) para la fracción arena.....	xlii
3.1.3.2	Difracción de Rayos "X" para la fracción arcilla	xliii
3.1.3.3	Análisis micromorfológicos	xliv
3.1.4	Preparación de monolitos (procesos de preparación y etiquetado)	xlvi
4.	SEGUNDA ETAPA DE TRABAJO DE GABINETE	xlvi
4.1	Generación del mapa preliminar de suelos con datos de campo	xlvi
4.1.1	Confección de la base datos de calicatas y generación de mapa en formato GIS	xlvi
4.1.2	Delineación de las unidades cartográficas de suelos y elaboración de la leyenda preliminar de suelos.....	xlvi
4.2	Obtención del mapa final de suelos y mapas de aplicaciones	l



CONTENIDO

PÁGINA

4.2.1	Recepción de datos de laboratorio, para realizar la clasificación final de los suelos	1
4.2.2	Obtención del mapa final de suelos y su leyenda respectiva.....	lii
4.2.3	Elaboración de los mapas de clasificación de tierras por su capacidad de uso, zonificación física y otras aplicaciones	liii
4.2.3.1	Elaboración del mapa de clasificación de tierras por su capacidad de uso, zonificación y otras aplicaciones	liiii
4.2.3.2	Elaboración del mapa de zonificación física de tierras	lxi
4.2.3.3	Elaboración del mapa de uso de la tierra escala 1:20,000.....	lxiv
4.2.3.4	Elaboración del mapa de intensidad de uso de la tierra	lxvi
4.2.3.5	Estimación de la susceptibilidad a los deslizamientos en el departameto de Sololá.....	lxix
4.3	Informe Técnico Final	lxxii
5.	BIBLIOGRAFÍA	lxxiii

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



CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO





5. CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO

En el presente capítulo, se utiliza la información edafológica proveniente del levantamiento de suelos y se interpreta de forma tal que genere una herramienta práctica para la planificación y el desarrollo productivo del departamento de Sololá.

El método utilizado es el Sistema de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso, elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1965 citado por IGAC 2010), con las adaptaciones a Colombia que ha realizado el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2002, 2007 y 2010). Este sistema permite agrupar las diferentes unidades de suelos en grupos que tienen las mismas clases y grados de limitaciones y que responden en forma similar a los mismos tratamientos y que poseen similares vocaciones. La agrupación se basa en los efectos combinados del clima y de las características poco modificables de los suelos, en cuanto a limitaciones para su uso, la capacidad de producción, el riesgo de deterioro del suelo y los requerimientos de manejo.

Esta clasificación se aplica con fines agropecuarios y forestales; además permite identificar zonas que requieren protección y conservación de los recursos naturales. En la metodología se determina el uso más adecuado de las tierras teniendo en cuenta únicamente los aspectos biofísicos relacionados con este recurso que intervienen directamente en la producción, sin considerar las distancias a los mercados, el estado de las vías de comunicación, el tamaño y forma de los lotes, la tenencia de la tierra, la educación, nivel de vida de los campesinos y las políticas agropecuarias (IGAC, 2007).

5.1 CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS DE SOLOLA

El levantamiento de suelos necesario para realizar esta aplicación se llevó a cabo a escala 1:50,000 (semidetalle). La clasificación taxonómica se realizó hasta la categoría de “familia”. Las unidades cartográficas cumplieron los requisitos para ser denominadas como “consociación, complejo, asociación y grupos indiferenciados”, así se constituyeron en las unidades de tierras y como tales, fueron clasificadas según el método de clasificación indicado.

El sistema de clasificación utilizado se compone de tres categorías: clases, subclases y grupos de manejo (IGAC, 2010):

- Clases: La clase de capacidad agrupa suelos que presentan el mismo grado relativo de limitaciones generales y de riesgos, en cada una se interpretan aspectos generales relacionados con la posición geomorfológica, relieve, grado de pendiente, clima, grado de limitación y capacidad de uso.

Las clases son ocho, se nombran con letras romanas (**I a la VIII**). Las limitaciones para la producción se incrementan al subir de clase hasta llegar a la clase VIII que es la clase de protección y conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

Clases I, II, III y IV: son las clases de vocación agrícola (las limitaciones son crecientes de la primera a la cuarta clase), tienen aptitud para la producción de cultivos intensivos y para la ganadería intensiva y semiintensiva. La clase IV posee mayores limitaciones que obligan a incrementar las medidas de conservación de suelos y limitan el tipo de cultivos, orientándose (aunque no en forma exclusiva) hacia los cultivos permanentes que protegen de mejor forma el suelo.



Clase V: es una clase con limitaciones tan severas respecto a condiciones de encharcamiento, pedregosidad y otros factores que no se puede utilizar en el proceso de producción. Clase V es una clase de conservación de los recursos naturales que podría revertirse a una clase productiva solo si se realizan fuertes inversiones.

Clases VI: poseen limitaciones severas por pendientes elevadas y otros factores que restringen su utilización a cultivos de cobertura permanente en sistemas agroforestales (Clase VI), necesitan fuertes medidas de conservación de suelos. Asimismo, es posible utilizarla en sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).

VII: poseen limitaciones muy severas por pendientes elevadas y otros factores que restringen su utilización a sistemas forestales y producción, necesitan muy fuertes medidas de conservación de suelos.

Clase VIII: posee tal grado de limitaciones que no se puede utilizar en la producción agropecuaria y forestal, debe dedicarse a la protección, ecoturismo, conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

- **Subclases:** Es una categoría del sistema de clasificación por capacidad de uso, que especifica en las clases II al VIII, uno o más factores limitantes generales y específicos para la unidad cartográfica de suelos, es decir que la subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitaciones.

Las subclases de capacidad, son divisiones de las clases que agrupan tierras que tienen igual número de factores y grados similares de limitaciones y riesgos en su uso, se pueden presentar solas o en combinación de factores y se designan con letras minúsculas. Las limitaciones son:

Gradientes de las pendientes (símbolo “p”); limitaciones por la erosión actual y/o susceptibilidad a la erosión (símbolo “e”); limitaciones por excesos de humedad dentro y fuera del perfil (aplica a suelos con drenaje natural muy pobre, pobre e imperfecto), nivel freático alto, inundaciones y/o encharcamientos (símbolo “h”); limitaciones físicas y/o químicas que presenta el suelo (profundidad efectiva, textura, pedregosidad superficial, fragmentos de roca en el perfil, afloramientos rocosos, fertilidad, sales, aluminio) (símbolo “s”); limitaciones por clima como temperaturas bajas, heladas frecuentes, baja luminosidad, vientos fuertes y constantes, alta nubosidad y brillo solar; así como déficit de abastecimiento de agua o exceso de precipitación, que limitan la selección de plantas o requieren prácticas de manejo especiales (símbolo “c”).

- **Grupo de manejo:** Reúne tierras que tienen el mismo grado y número de limitaciones específicas comunes dentro de una misma subclase, por ejemplo: tipo de drenaje, inundaciones, profundidad efectiva, texturas, fragmentos gruesos en el suelo, permeabilidad, pH, salinidad, saturación de aluminio, clima edáfico; de acuerdo con estas limitaciones y sus grados de afectación, sugieren las respectivas recomendaciones.

Los grupos de manejo se indican con números arábigos, los cuales se asignan dentro de una subclase de acuerdo con las divisiones específica presentadas y que ameritan uso y prácticas de manejo diferentes.

En la Figura 5.1 se presenta una síntesis gráfica de la capacidad de uso y manejo de las tierras; en la Figura 5.2 se presenta el mapa de clasificación de tierras por su capacidad de uso del departamento de Sololá y en el Anexo A “métodos y procedimientos” se presentan los cuadros utilizados para la clasificación (Cuadros A-23 al A-34).

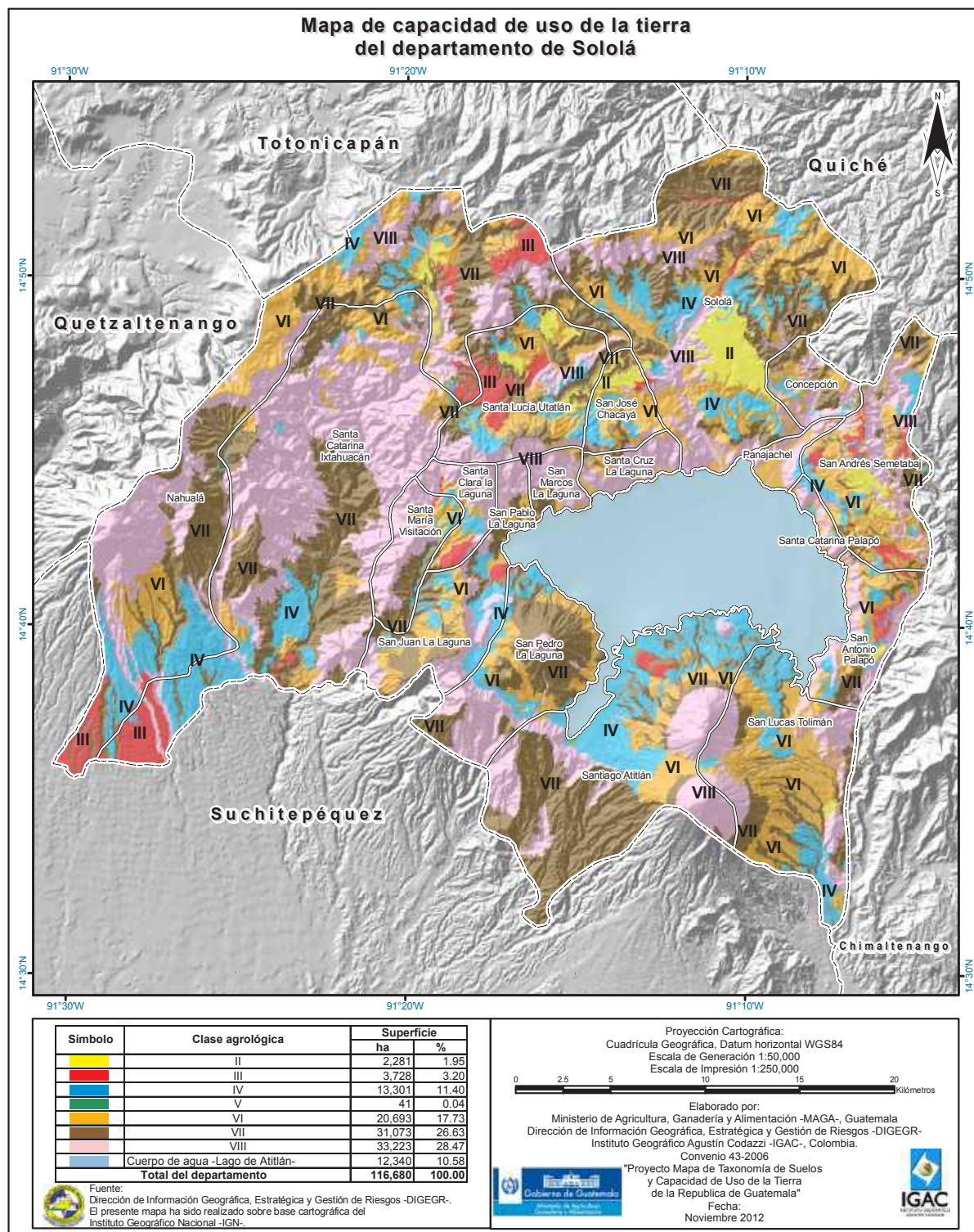


Clases por Capacidad de Uso y Manejo de las Tierras



II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Estos suelos tienen ligeras limitaciones que implican cuidados y prácticas de manejo para obtener una buena producción; son aptas para la agricultura intensiva.	Los suelos de esta clase tienen moderadas limitaciones y restricciones de uso que reducen la cantidad de cultivos a realizarse, así como el establecimiento de prácticas de manejo por cultivo. Son aptas para agricultura intensiva.	Los suelos de esta clase tienen limitaciones severas que restringen la cantidad y tipo de cultivos. El uso agrícola implica cuidadosas prácticas de manejo.	Los suelos de esta clase tienen limitaciones severas por drenaje e inundaciones. El uso está restringido a la conservación	Los suelos de esta clase tienen limitaciones muy severas que restringen la selección de plantas. El uso de estas tierras requiere cuidadosas prácticas de manejo. De preferencia deben utilizarse mediante prácticas agrosilvopastoriles y agroforestales.	Los suelos de esta clase tienen muy severas limitaciones para la agricultura y limitan su uso exclusivamente para actividades forestales: Plantaciones forestales y manejo de bosques naturales.	Los suelos tienen limitaciones extremas y no reúnen condiciones para establecer cultivos. Su uso está restringido a la conservación de la cobertura boscosa, de la biodiversidad y los recursos hídricos
<div> <div>POCAS</div> <div>MUCHAS</div> <div>Limitaciones y prácticas de manejo</div> <div>USO</div> </div>						
Agrícola	Agrícola Pecuario	Agrícola Pecuario	Conservación	Agroforestal Silvopastoril	Forestal productor	Forestal protector Conservación, recuperación y protección de recursos naturales y biodiversidad
Cobertura por clase en el departamento (porcentaje)						
1.95%	3.20%	11.40%	0.04%	17.73%	26.63%	28.47%

Figura 5.1 Síntesis gráfica de la Clasificación por Capacidad de Uso y Manejo de las Tierras del departamento de Sololá



**Figura 5.2 Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso
en la Categoría de Clase**



5.2 LEYENDA DEL MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA Y SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS UNIDADES DE CAPACIDAD

En la leyenda (Cuadro 5.1), se presentan las unidades de capacidad de uso y manejo de las tierras (clases, subclases y grupos de manejo) del departamento de Sololá, las unidades cartográficas de suelos (fases), las principales características de los suelos (clima, pendientes, profundidad efectiva, clase de drenaje, grupos texturales, saturación de bases, capacidad de intercambio de cationes, pH, fertilidad natural y grado de erosión), factores limitantes (principales y secundarios), uso recomendado, prácticas de manejo y extensión.

La unidad de capacidad está formada por un número romano (I-VIII), hasta por tres letras minúsculas (p, e, h, s, c), por un guión (-) y por un número arábigo (1,2,3...n). El número romano indica la clase agrológica, las letras minúsculas las subclases agrológicas, un guión para separar el grupo de manejo y el número arábigo indica los grupos de manejo diferentes o posibles que puede presentar una subclase.

Ejemplo de símbolo de un “grupo de manejo” se muestra a continuación:

IIpec-3:

II: Código para la “clase agrológica”.

pec: Código que identifican los factores limitantes que definen las “subclase por pendiente, erosión y clima”.

3: Código correspondiente al “grupo de manejo número 3”.

Los símbolos utilizados para la clasificación de tierras por su capacidad de uso del departamento de Sololá son los siguientes:

Símbolos	Descripción
II - VIII	Clases agrológicas (limitaciones severas).
p	Subclase de limitaciones generales por pendiente.
e	Subclase de limitaciones generales por erosión.
h	Subclase de limitaciones generales por humedad: pobre, muy pobre, imperfecto.
s	Subclase de limitaciones generales por suelo.
c	Subclase de limitaciones generales por clima.
1,2,3...n	Grupos de manejo (por limitaciones específicas dentro de las subclases).

A continuación se presenta la leyenda del mapa de capacidad de uso de las tierras del departamento de Sololá.



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
II	IIpe	IIpe-1	POBb1	Clima templado muy húmedo (O), pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera.	Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol), hortalizas (arveja china, minivegetales, ejote, tomate, chile, cebollas, alcachofa y otros). Otros cultivos y usos posibles: café bajo sombra, ornamentales (flores y follajes), macadamia, aguacate hass y ganadería intensiva.	Realizar ligeras prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel, con barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Utilizar labranza mínima. Incorporar materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis locales en finca. Por moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	44
	IIpec	IIpec-1	ASCb1	Clima semifrío húmedo (S), pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima semifrío como: maíz, frijol; hortalizas: arveja china, minivegetales, ejote, acelga, apio, brócoli, lechuga, coliflor, repollo, tomate, chile, cebolla y otros. Otros cultivos posibles son: mora, aguacate hass, fresa, nispero, frutales deciduos. Ganadería intensiva.	Realizar ligeras prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Utilizar labranza mínima. Incorporar materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis en finca. Por retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de mayor volumen y espaciadas en el tiempo. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	1,430



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
II	IIpec	IIpec-2	AJDb1	Clima frío húmedo (J). pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderadamente finos, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes ligeras, erosionadas, erosión ligera, deficiencias en precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima frío, como: granos básicos (maíz y frijol), hortalizas como repollo, papa, acelga, coliflor y otros. Otros cultivos y usos posibles: arándano, ciruela, melocotón, manzana y pera). Ganadería intensiva.	Realizar ligeras prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel, con barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Utilizar labranza mínima para no destruir la estructura del horizonte superficial. Incorporar materia orgánica como restos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes. Agregar Nitrogeno y Fósforo; dosis según análisis en finca. Por moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosforicos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas con mayores volúmenes y espaciadas en el tiempo. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	807
III	IIIp	IIIp-1	PYAc1	Clima semicálido muy húmedo (V), pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido, fertilidad natural media y erosión ligera.	Pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera	Agricultura intensiva con cultivos de clima semicálido como: granos básicos (maíz y frijol). Otros cultivos que pueden establecerse son: café bajo sombra, caña de azúcar para panela y cultivos frutales como el aguacate y el plátano, así como plantas ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan y ganadería semi-intensiva.	Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Labranza mínima para no afectar la estructura y mantener cubierto el suelo con restos vegetales. Incorporar materia orgánica, utilizando abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. Aplicar Nitrogeno, Fósforo y Potasio, dosis según análisis en finca. Por alta retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosforicos de liberación lenta, cerca de las raíces. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	694



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIP	IIIp-2	ASCc1	Clima semifrío húmedo (S) , pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes moderadamente inclinadas; erosión ligera, deficientes en precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima semifrío, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, tomate, chile, cebolla, brócoli, repollo, zanahoria. Otros cultivos posibles: mora, fresa, nispero, frutales deciduos, aguacate hass. Ganadería semi-intensiva.	Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas y muertas para reducir la erosión hídrica. Instalar cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Labranza mínima para no afectar la estructura y dejar el suelo cubierto con restos vegetales. Incorporar materia orgánica, utilizando abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis en finca. Por moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de altos volúmenes y espaciadas en el tiempo. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	416
		IIIp-3	AJDe1	Clima semifrío húmedo (S) , pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes moderadamente inclinadas; erosión ligera, deficientes en precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima frío, como: granos básicos (maíz y frijol), hortalizas como repollo, papa, acelga, coliflor; Otros cultivos y usos posibles: arándanos, ciruela, manzana, melocotón y pera y ganadería semi-intensiva.	Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, barreras vivas y muertas para reducir la erosión hídrica. Establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Labranza mínima para no afectar la estructura. Incorporar materia orgánica, utilizando abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	815



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	III _s	III _s -I	MOHb1	Clima templado muy húmedo (O), pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Texturas moderadamente finas sobre ligeramente inclinadas, erosión ligera	Agricultura con cultivos intensivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol), hortalizas (arveja china, minivegetales, ejote, francés, brócoli, tomate, chile, cebollas, lechuga y otros). Otros cultivos y usos posibles: café bajo sombra, aguacate hass, macadamia, níspero, plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan. Ganadería semi intensiva.	Moderadas prácticas conservación de suelos para disminuir erosión hídrica: siembra siguiendo curvas a nivel, implementar barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para evitar erosión eólica. Utilizar laboreo mínimo, mantener la cobertura del suelo. Agregar materia orgánica, mediante la incorporación de restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos. Aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, dosis según análisis locales. Debido a la alta retención fosfórica aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos al área radicular. En ganadería semi- intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal; evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	27





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	III _s	III _s -2	MQBb1 MQFb1	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente profundos a profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas y moderadamente finas sobre finas saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media y alta, y erosión ligera.	Texturas moderadamente finas sobre finas y moderadamente finas sobre gruesas; pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, los principales cultivos granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como la arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, cebolla, lechuga, espárragos y zanaahoria entre otros. Otros cultivos posibles son el café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, nispero. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de masha y ganadería semi-intensiva.	Implementar moderadas prácticas conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica: siembra de cultivos en contorno, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para evitar erosión eólica. Laboreo muy liviano para no afectar estructura de los horizontes superficiales y mantener la cobertura. Incorporar materia orgánica utilizando los restos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis en finca. Debido a la moderada retención fosfórica aplicar fertilizantes fosforados de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	193



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIs	IIIs-3	ASBb1 ASDb1 MSKb1	Clima semifrío húmedo (S) , pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja y alta, capacidad de intercambio de cationes baja y alta, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Texturas moderadamente finas sobre finas; pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos intensivos de clima semifrío, los principales son: granos básicos (maíz, frijol). Hortalizas: arveja china, minivegetales, brócoli, apio, espárrago, ejote francés. Otros cultivos posibles son: fresa, café bajo sombra, aguacate, arándano, melocotón, mora, níspero, ciruela, alcachofa. Ganadería semi-intensiva	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para reducir el efecto de erosión eólica. Utilizar laboreo mínimo para no afectar la estructura de los horizontes superficiales. Incorporar materia orgánica: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis locales. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de altos volúmenes y espaciadas en el tiempo, de acuerdo a sus texturas moderadamente finas. En la ganadería deben utilizarse pastos mejorados, moderada carga animal, utilizar razas genéticamente mejoradas; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	354





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	III _s	III _s -4	MJJb1	Clima frío húmedo (J) , pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Texturas moderadamente finas sobre finas; pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficiencias en precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima frío, los principales son: granos básicos (maíz y frijol); hortalizas como: repollo, coliflor, acelga y papa entre otros. Otros cultivos y usos posibles: arándanos, frutales deciduos (manzana, melocotón, ciruela y pera). Ganadería semi-intensiva.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para reducir el efecto de erosión eólica. Utilizar labranza mínima para no afectar la estructura de los horizontes superficiales. Incorporar materia orgánica: abonos orgánicos y restos de cosecha. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis locales. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo, de acuerdo a sus texturas moderadamente finas sobre finas. En la ganadería deben utilizarse pastos mejorados, moderada carga animal por área, utilizar razas genéticamente mejoradas; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	459



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIps	IIIps-1	PYAcp1	Clima semicálido muy húmedo (Y), pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas medias, saturación de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido, fertilidad natural media y erosión ligera.	Pendientes moderadamente inclinadas, mediana pedregosidad superficial, erosión ligera	Agricultura intensiva con cultivos de clima semicálido, los principales cultivos son: granos básicos (maíz y frijol), café bajo sombra, caña de azúcar para panela y frutales como el aguacate y el plátano; plantas ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan y ganadería semi-intensiva.	Realizar moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica: siembra de cultivos al contorno, barreras vivas y muertas. Para reducir la erosión eólica establecer barreras rompevientos. Implementar labranza mínima para mantener la estructura del suelo y por la presencia de pedregosidad superficial. No dejar el suelo descubierto para evitar la erosión por el agua de escorrentía. Aplicar materia orgánica como los restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, dosis según análisis locales. Por la alta retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. En la ganadería utilizar razas genéticamente mejoradas, pastos cultivados, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	561
		IIIps-2	MOHc1	Clima templado muy húmedo (O), pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes moderadamente inclinadas, texturas moderadamente finas sobre finas, erosión ligera	Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz y frijol), hortalizas (arveja china, minivegetales, ejote francés, tomate, chile, cebollas, lechuga). Otros cultivos y usos posibles: café bajo sombra, aguacate hass, macadamia, nispero, ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan. Ganadería semi-intensiva.	Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos para reducir erosión hídrica: siembra de cultivos al contorno, barreras vivas y muertas; disminuir erosión eólica con barreras contravientos. Implementar labranza mínima para mantener la estructura. Incorporar materia orgánica: restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos, para mantener la fertilidad del suelo y mejorar el movimiento del agua en las áreas con texturas finas. Aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, dosis según análisis locales. Por la alta retención fosfórica, utilizar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de la zona radicular. En la ganadería utilizar razas genéticamente mejoradas; pastos mejorados, moderada carga animal por área, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	17





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
III	IIIps	IIIps-3	MQBc1	<p>Clima templado subhúmedo (Q), pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas medias sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media y erosión ligera.</p>	<p>Pendientes moderadamente inclinadas, texturas medias sobre gruesas; erosión ligera, deficientes en precipitaciones en un semestre del año.</p>	<p>Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol, otros); hortalizas (arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, cebolla, lechuga, alcachofa, espárragos y zanahoria). Otros cultivos y usos posibles son: café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, nispero, plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan y ganadería semi-intensiva.</p>	<p>Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: siembra de cultivos al contorno, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Laboreo mínimo para no destruir la estructura del suelo. Incorporar materia orgánica mediante la aplicación de abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosecha. Agregar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. En la ganadería utilizar razas genéticamente mejoradas, pastos mejorados, moderada carga animal por área, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.</p>	21
		IIIps-4	MJNc1	<p>Clima frío húmedo (J), pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos, drenaje moderado, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural alta y erosión ligera.</p>	<p>Pendientes moderadamente inclinadas, texturas moderadamente finas sobre finas; erosión ligera, deficientes en precipitaciones en un semestre del año.</p>	<p>Agricultura intensiva, con cultivos de clima frío, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol, otros); hortalizas como repollo, coliflor, acelga y papa entre otros. Otros cultivos posibles son frutales deciduos (manzana, pera, melocotón, ciruela) y arándanos. También ganadería semi-intensiva.</p>	<p>Aplicar moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: siembra de cultivos al contorno según curvas a nivel, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos contra erosión eólica. Labranza mínima para no destruir la estructura del suelo. Incorporar materia orgánica mediante la aplicación de abonos orgánicos y restos de cosecha. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Por la moderada retención de fósforo, aplicar fertilizantes fosforicos de liberación lenta cerca de las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. En la ganadería utilizar razas genéticamente mejoradas, pastos mejorados, moderada carga animal por área, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.</p>	171



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVp	IVp-1	PYAd1	Clima semicálido muy húmedo (Y), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido, fertilidad natural media y erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas; erosión ligera.	Agricultura con cultivos de clima semicálido, como: granos básicos (maíz, frijol); caña de azúcar para panela; el cultivo de hortalizas con especíes como el tomate, chile, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra y frutales como los cítricos. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan; así como para establecer un tipo de ganadería semi-intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Labranza mínima para mantener la estructura del suelo. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas; incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, dosis según análisis locales. Por la alta retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	552





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVp	IVp-2	MOAd1 MOBd1	Clima templado muy húmedo (O), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos y profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas; erosión ligera	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales son: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, lechuga y otros. Otros cultivos posibles: café bajo sombra, aguacate hass, nispero, ornamentales flores y follajes. Ganadería semi-intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Laboreo muy liviano para no destruir la estructura del suelo. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Por moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	552



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVp	IVp-3	MQBd1 MQFd1 MQHd1	Clima templado subhúmedo (Q), fuertemente inclinadas, suelos profundos, moderadamente profundos y moderadamente superficiales, drenaje moderado y bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas, moderadamente finas sobre finas y finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural alta a media y erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas; erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, lechuga Otros cultivos posibles: café bajo sombra, aguacate hass y macadamia, nispero, ornamentales. Ganadería semi-intensiva.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Utilizar un laboreo mínimo y procurar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo el suelo cubierto. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, en la fase MQBd1 aplicar adicionalmente Potasio, con base en análisis locales en finca. Por la moderada retención fosfórica (excepto en la fase MQHd1), aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	197





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVp	IVp-4	ASAdI MSBdI MSHdI MSKdI	Clima semifrío húmedo (S) , pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta a baja, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas; erosión ligera, deficiencias en precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura cultivos de clima semifrío de granos básicos (maíz y frijol), fresa, hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, coliflor, espárrago, alcachofa, zanahoria, repollo, lechuga, cebolla, tomate y chile, entre otros. Otros cultivos son el café bajo sombra, el cultivo de arándano, aguacate hass, melocotón, mora, níspero. Ganadería semi-intensiva	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos: siembras al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de laborea y pozos de infiltración. Implementar laboreo mínimo. Para elevar los contenidos de materia orgánica, debe incorporarse abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, en la fase ASAdI aplicar adicionalmente Potasio, dosis según los análisis locales. Por la moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	415



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVp	IVp-5	AJAd1 AJCd1 MJLd1	Clima frío húmedo (J), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderado y bueno, de texturas finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera	Pendientes fuertemente inclinadas; erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima frío, los principales cultivos son: granos básicos (maíz-frijol), haba, hortalizas como repollo, acelga, zanahoria, papa. Otros cultivos y usos posibles: arándano, deciduos como ciruela, melocotón, manzana y ganadería semi-intensiva.	Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos con el fin de reducir la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos para protección contra erosión eólica. Utilizar labranza mínima, dejar el suelo cubierto y cuidar que el suelo tenga una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar las propiedades de los suelos mediante la aplicación de: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo con base en análisis locales en finca. Por la moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Aplicar riego suplementario, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	738





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVe	IVe-1	ASAc2 ASBc2 MSBc2 MSHc2	Clima semifrío húmedo (S) , pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas, moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media a alta y erosión moderada.	Erosión moderada; pendientes moderadamente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima semifrío, los principales son: granos básicos (maíz, frijol), fresa, Hortalizas: arveja china, zanahoria, espárrago, repollos, lechugas, cebolla, alcachofa. Otros cultivos posibles: café bajo sombra arándano, aguacate hass, frutales deciduos (melocotón, ciruela), mora, nispero. Ganadería semi-intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas y muertas. Establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Labranza mínima. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	601



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVe	IVe-2	MJLb2 MJLc2 MJNc2	Clima frío húmedo (J) , pendientes ligeramente inclinadas y moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos y profundos, drenaje moderado y bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta en profundidad, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión moderada.	Erosión moderada Pendientes moderadamente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima frío, los principales son: cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); cultivo de hortalizas como papa, repollo, coliflor, lechuga, zanahoria y acelga entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son arándanos y frutales deciduos como manzana, pera, melocotón y ciruela. También tiene aptitud para el establecimiento de ganadería semi-intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas y muertas. Establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Laboreo muy liviano por suelos erosionados. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, en láminas con alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	94





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVe	IVe-3	MOBc2 MQHc2	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente superficiales y profundos, drenaje moderado y bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas y finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media y alta, erosión moderada.	Erosión moderada; pendientes moderadamente inclinadas, deficiencias en precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales son: cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como la arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, cebolla, lechuga, espárragos y zanahoria, entre otros. Otros cultivos son el café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, nispero; plantas ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan. Ganadería semi-intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas y muertas. Establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Laboreo muy liviano por suelos erosionados. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, en la fase MQBc2 aplicar adicionalmente Potasio en dosis basadas en análisis locales. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	207



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVs	IVs-1	MOlcp1 POAcp1	Clima templado muy húmedo (O), pendientes moderadamente inclinadas, suelos moderadamente profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, mediana pedregosidad superficial; pendientes moderadas inclinadas, erosión ligera	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol), cultivo de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate y chile entre otros. Otros cultivos posibles son: café bajo sombra, macadamia, aguacate hass y nísperos; plantas ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan. Ganadería semi-intensiva.	Utilizar moderadas prácticas de conservación de suelos para el control de la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas. Establecer cortinas rompevientos para minimizar la erosión eólica. Practicar el laboreo mínimo ya que no se puede mecanizar por los fragmentos en el perfil y la pedregosidad superficial. Cuidar que el suelo tenga una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse con cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar condiciones físicas como el drenaje y propiedades químicas de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo. Por moderada retención fosfórica se recomienda la aplicación de fertilizantes fosfóricos de liberación lenta cerca del área radicular. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: siembra de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	331





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVs	IVs-2	MQBbp1 MQIb1	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderado y bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas y finas sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, erosión ligera.	Frecuente pedregosidad superficial, texturas finas sobre gruesas; deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol), cultivo de hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanahoria, alcachofa, lechuga y cebolla, entre otros. Otros cultivos posibles son: café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, nispero; plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Ganadería semi-intensiva.	Implementar moderadas prácticas de conservación de suelos para contrarrestar la erosión hídrica: realizar siembras siguiendo las curvas a nivel y barreras vivas. Establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Utilizar labranza mínima. Incorporar materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas, aplicando abonos orgánicos, abonos verdes e incorporar restos de cosecha. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Por la moderada retención fosfórica, aplicar fuentes de fósforo de liberación lenta, cerca de la zona de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, de acuerdo a sus texturas medias y finas con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	1,629



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVs	IVs-3	ASEb1 MSBbp1 MSIb1 MSScp1	Clima semifrío húmedo (S), pendientes ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderado, bueno y moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, moderadamente finas sobre finas y gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Frecuentes fragmentos de roca en el perfil, mediana pedregosidad superficial; texturas gruesas y finas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima semifrío, como: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como: arveja china, ejote francés, minivegetales, coles, brócoli, ajo, cebolla. Otros cultivos posibles: mora, fresa, aguacate hass, arándanos, melocotón, níspero. Ganadería semi-intensiva.	Establecer moderadas prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: sembrar siguiendo las curvas a nivel. Implementar barreras vivas para evitar la erosión eólica. Utilizar un laboreo mínimo debido a los fragmentos de roca en el perfil del suelo y pedregosidad superficial, para no destruir la estructura de la capa arable. Incorporar materia orgánica para aumentar mejorar sus condiciones físicas y químicas: incorporar restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos. Aplicar Nitrógeno y Fósforo con dosis basadas en análisis locales. Las fases ASEb1 y MSIb1 presentan moderada retención fosfórica, aplicar fuentes de fósforo poco soluble cerca de la zona radicular. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión de acuerdo a sus texturas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	277



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVpe	IVpe-1	MOAd2 MOBd2 MOBdp2	Clima templado muy húmedo (O), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos y profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión moderada.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada.	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol). Hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, cebolla, ajo y otros. Otros cultivos y usos posibles: café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, ornamentales (flores y follajes). Ganadería semi-intensiva.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para controlar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras rompevientos para evitar la erosión eólica. Utilizar labranza mínima para no dañar la estructura del suelo. Proteger los suelos y procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica para mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrogeno y Fósforo, calcular la dosis en base a análisis locales. Por la moderada retención fosfórica, adicionar fertilizantes fosforicos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	251



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVpe	IVpe-2	MBGd2 MQBd2	Clima templado húmedo y subhúmedo (B, Q), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas finas y moderadamente finas sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media a alta, erosión moderada.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanáhorra, alcachofa, lechuga, cebolla. Otros cultivos y usos posibles: café bajo sombra, aguacate hass, macadamia, níspero, plantas ornamentales. Ganadería semi-intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para disminuir la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Utilizar labranza mínima. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura, la retención de humedad y mantener la fertilidad de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, en la fase MQBd2 aplicar Potasio, con dosis basadas en análisis locales. Por moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	303





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVpe	IVpe-3	ASAd2 MSBd2 MSHd2 MSHdp2 MSKd2	<p>Clima semifrío húmedo (S), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión moderada.</p>	<p>Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.</p>	<p>Agricultura con cultivos de clima semifrío, los principales son: granos básicos (maíz, frijol), cultivos de hortalizas con arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, repollo, tomate, chile, ajo, cebolla y papa, entre otros. Otros cultivos posibles: café bajo sombra; plantaciones de mora, nispero y frutales deciduos (melocotón y ciruela). Ganadería semi-intensiva.</p>	<p>Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Labranza mínima y cuidar que el suelo tenga una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas, para mejorar las propiedades del suelo. Aplicar Nitrógeno y Fósforo con base en análisis en finca. Debido a la moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Regar por aspersión o goteo, de acuerdo a sus texturas finas, aplicar láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. En la ganadería utilizar planes de manejo que incluyan siembra de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.</p>	1,145



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVpe	IVpe-4	AJBd2 AJCd2 MJId2 MJJd2 MJLd2 MJLdp2	Clima frío húmedo (J), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje moderado y bueno, de texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión moderada.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima frío, los principales son: granos básicos (maíz-frijol), hortalizas como repollo, coliflor y papa entre otros. Otros cultivos posibles: arándano, deciduos (ciruela, manzana, pera y melocotón). Ganadería semi-intensiva.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para contrarrestar la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, pozos de infiltración y acequias de ladera. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Implementar labranza mínima y cuidar que el suelo tenga una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que se debe mantener el suelo con cobertura. Incorporar materia orgánica para mejorar el drenaje, la estructura y propiedades químicas de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, con dosis basadas en análisis en finca. Debido a la moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	1,982



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVps	IVps-1	PYAdp1	Clima semicálido muy húmedo (Y), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, de texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido, fertilidad natural media y erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial	Agricultura con cultivos de clima semicálido, como: granos básicos (maíz, frijol), caña de azúcar para panela; cultivo de café bajo sombra. Otros cultivos posibles: hoja de mashan, plantaciones de hule y ganadería semi-intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Minimizar la erosión eólica mediante el establecimiento de barreras rompevientos. Estos suelos no son mecanizables debido a la pedregosidad superficial. Debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para, mejorar la estructura y las propiedades químicas de los suelos adicionando abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis con base en análisis locales. Por la alta retención de Fósforo, se deben realizar aplicaciones de fuentes fosfóricas poco solubles, en las áreas cercanas a la raíz y de forma periódica. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	657



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVps	IVps-2	MOFdl MOFdp1	Clima templado muy húmedo (O), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH de ligeramente ácido a moderadamente ácido, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, mediana pedregosidad superficial.	Agricultura con cultivos de clima templado, el principal cultivo es: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanahoria, alcachofa, lechuga y cebolla entre otros. Otros cultivos y usos posibles: café bajo sombra macadamia, aguacate hass, níspero, plantas ornamentales. Ganadería semi-intensiva.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Utilizar las cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Suelos no mecanizables debido a la presencia de fragmentos de roca en el perfil y la pedregosidad superficial, se recomienda labranza mínima, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Mantener la cobertura vegetal. Debe incorporarse materia orgánica para mejorar la retención de humedad (frecuentes fragmentos), la estructura y propiedades químicas de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis con base en análisis locales. Por la moderada retención fosfórica es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	1,378





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVps	IVps-3	MQBdp1	<p>Clima templado subhúmedo (Q), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas medias sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, erosión ligera, fertilidad media.</p>	<p>Pendientes fuertemente inclinadas, frecuente pedregosidad superficial; deficientes precipitaciones en un semestre del año.</p>	<p>Agricultura con cultivos de clima templado, los principales cultivos son: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanahoria, alcachofa, lechuga y cebolla; otros cultivos posibles: café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, nispero, plantas ornamentales (flores de corte y follajes). Ganadería semi-intensiva.</p>	<p>Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos. No pueden mecanizarse por la existencia de pedregosidad superficial, implementar una labranza mínima. Incorporar materia orgánica para mejorar su fertilidad, su estructura y drenaje (por las texturas gruesas). Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, la dosis con base en análisis locales. Por la moderada retención fósforica es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.</p>	765



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVps	IVps-4	MSId1 MSMd1 MSNdp1	Clima semifrío húmedo (S), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno y moderado, texturas moderadamente finas sobre finas y finas, saturación de bases de media a alta, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, mediana pedregosidad superficial; deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima semifrío como: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, repollo, tomate, chile, ajo y cebolla. Otros cultivos como: café bajo sombra; plantaciones de aguacate hass y nispero. Ganadería semi-intensiva.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras rompevientos para contrarrestar la erosión eólica. Estos suelos no permiten el laboreo por los fragmentos de roca en el perfil y la pedregosidad superficial existente, implementar labranza mínima. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas como el drenaje debido a las texturas finas y químicas: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, calcular las dosis basándose en los análisis locales. Debido a la moderada retención de fósforo presente en las fases MSMd1 y MSNdp, en estas se debe aplicar fuentes de fósforo soluble en áreas cercanas a las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, de acuerdo a sus texturas moderadamente finas sobre finas y finas, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	293





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVps	IVps-5	MJBd1	Clima frío húmedo (J), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente superficiales, drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media y erosión ligera.	Pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo; suelos moderadamente superficiales, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima frío, los principales son: granos básicos (maíz y frijol), hortalizas como repollo, coliflor, zanahoria y papa. Otros cultivos posibles: arándano, deciduos (manzana, ciruela, pera y melocotón). Ganadería semi-intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Para minimizar la erosión cólica, establecer cortinas rompevientos. Estos suelos no pueden mecanizarse por los fragmentos de roca en el perfil, implementar labranza mínima. Incorporar materia orgánica para mantener su fertilidad y mejorar su estructura y drenaje (principalmente por fragmentos). Aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, las dosis con base en los análisis locales. Por moderada retención fosfórica es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	49



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVpes	IVpes-1	MSBdp2 MSLd2 MSMd2	Clima semifrío húmedo (S), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos y moderadamente profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas sobre gruesas, moderadamente finas sobre finas y moderadamente finas, saturación de bases alta a media, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión moderada.	Pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo y mediana pedregosidad superficial; deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima semifrío, como: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, repollo, brócoli, tomates y otros. Otros cultivos posibles: café bajo sombra, aguacate hass y nispero. Ganadería semi-intensiva.	Aplicar fuertes prácticas de conservación de suelo para reducir la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras contravientos para evitar la erosión eólica. Implementar labranza mínima debido a los fragmentos presentes en el suelo y la pedregosidad superficial, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal, esta cobertura también ayuda a mantener la humedad del suelo. Incorporar materia orgánica mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis a aplicar están en función de los análisis en finca. Por la moderada retención fosfórica es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: siembra de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	416





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVes	IVes-1	MSLb2	<p>Clima semifrío húmedo (S),</p> <p>pendientes ligeramente inclinadas, suelos moderadamente profundos, drenaje bueno, texturas finas sobre gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH neutro, fertilidad natural alta y erosión moderada.</p>	<p>Erosión moderada, texturas finas sobre gruesas; pendientes ligeramente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.</p>	<p>Agricultura con cultivos de clima semifrío, los principales son: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como: arveja china, ejote francés, minivegetales, coles, brócoli, ajo, cebolla, Otros cultivos posibles: mora, nispero y frutales deciduos (melocotón, pera y ciruela). Ganadería semi-intensiva.</p>	<p>Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas. Establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Labranza mínima por suelos erosionados. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Por moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. Regar por aspersión o goteo, de acuerdo a sus texturas finas sobre gruesas, aplicar láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.</p>	205



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
IV	IVes	IVes-2	MQBcp2	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes moderadamente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas medias sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media y erosión moderada.	Erosión moderada, mediana pedregosidad superficial; pendientes moderadamente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura con cultivos de clima templado, los principales son: granos básicos (maíz, frijol), hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, espárragos, chile, tomate, alcachofa y otros. Otros cultivos posibles: café bajo sombra, macadamia, plantas ornamentales, aguacate hass. Ganadería semi-intensiva.	Implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas. Establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Labranza mínima por suelos erosionados y pedregosidad superficial. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis con base en análisis locales. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosforicos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.	264





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
V	Vhsc	Vhsc-1	MQLaz	Clima templado subhúmedo (Q), pendientes ligeramente planas, suelos muy superficiales, drenaje pobre, texturas finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente alcalino a extremadamente ácido, fertilidad alta	Drenaje muy pobre, suelos inundados la mayor parte del año, muy superficiales, régimen de humedad ácuico; texturas finas, pH extremadamente ácido	Conservación de la cobertura vegetal, protección de la biodiversidad	Estas tierras no son aptas para actividades agrícolas y tienen vocación para la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales. Debe restringirse las prácticas agrícolas y ganaderas, mantener la vegetación natural.	41



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIp	VIp-1	MOAe1 MOAe2 MOFe2 MOFep1 MOGe1	Clima templado muy húmedo (O), pendientes ligeramente escarpadas, suelos profundos, moderadamente profundos y moderadamente superficiales, drenaje bueno, texturas moderadamente finas, moderadamente finas sobre finas y moderadamente gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes ligeramente escarpadas	Sistemas agroforestales con cultivos de clima templado, los cultivos principales son: café bajo sombra, macadamia, hoja de mashan. Otros cultivos y usos posibles: aguacate hass, nísperos, persimón y plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Sistemas silvopastoriles	Establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar y se debe evitar la exposición a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia y la escorrentía, mantener la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar estructura y propiedades químicas de los suelos: adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, adicionar Potasio en las fases MOFe2, MOFep1 y MOGe1; las dosis según análisis en finca. En las fases con moderada retención fosfórica, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca del área radicular. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, incluyendo pastos mejorados y con una moderada carga animal por hectárea para evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas (arveja china, ejote francés, minivegetales, acelga, brócoli, tomate, chile y otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.	1,126





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIp	VIp-2	MBFe1 MBFe2 MQBe1 MQBe2 MQBep2 MQFe1 MQFe2 MQGe2 MQHe1 MQHe2	Clima templado húmedo y subhúmedo (B, Q), pendientes ligeramente escarpadas, suelos profundos a moderadamente superficiales, drenaje bueno y moderado, texturas finas, medias sobre gruesas, moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, erosión ligera y moderada.	Pendientes ligeramente escarpadas; erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos de clima templado, los cultivos principales son: café bajo sombra, macadamia y hoja de mashan. Otros usos posibles: aguacate hass plantas ornamentales (flores de corte y follaje), nispero y persimón. Sistemas silvopastoriles.	Establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, realizar terrazas individuales. Para reducir el efecto de la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Estos suelos no son mecanizables. En las áreas con erosión moderada se debe buscar una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que siempre deben estar con cobertura. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura, las propiedades químicas de los suelos y el movimiento del agua en las áreas con texturas finas; adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, en las fases MQBe1, MQBe2, MQBep2 aplicar adicionalmente Potasio, las dosis están en función de análisis locales. Por la moderada retención fosfórica aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a la raíz, exceptuando las fases MQHe1, MQHe2. Regar en la época seca con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas (arveja china, ejote francés, minivegetales, acelga, brócoli, tomate, chile entre otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.	1,342



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	Vlp	Vlp-3	<p>ASAE1 ASAE2 ASAEp2 MSAE2 MSBe1 MSBe2 MSCe2 MSHe2 MSHe2p2 MSLe1 MSLe2 MSJe2 MSKe1 MSKe2 MSNe1 MSNe2 MSNep2</p>	<p>Clima semifrío húmedo (S), pendientes ligeramente escarpadas, suelos profundos, drenaje moderado a moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta, erosión ligera y moderada.</p>	<p>Pendientes ligeramente escarpadas; erosión moderada, drenaje moderadamente excesivo, deficientes precipitaciones en un semestre del año.</p>	<p>Sistemas agroforestales con cultivos de clima semifrío: café bajo sombra, aguacate hass, persimón, nispero. Sistemas silvopastoriles.</p>	<p>Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, terrazas individuales. Elaborar cortinas rompevientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Practicar el laboreo mínimo, estos suelos no pueden mecanizarse. Debido a la erosión moderada los suelos deben estar protegidos contra el impacto de las gotas de lluvia, por lo que siempre deben estar con cobertura. La incorporación de materia orgánica sirve para mejorar la estructura y el movimiento del agua: adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis dependen de los análisis en finca. Los suelos presentan moderada retención fosfórica (exceptuando las fases MSLe1 y MSJe2), por lo que se debe aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a la raíz. Aplicar riego suplementario con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo, por aspersión o goteo. Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas (arveja china, ejote francés, minivegetales, tomate, ajo, chile, entre otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.</p>	6,190



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIp	VIp-4	AJAe1 AJAe2 AJBe2 AJCe2 MJAe1 MJAep1 MJEe1 MJFe1 MJJe2 MJlep2 MJJe1 MJJe2 MJKe2 MJLe1 MJLe2	Clima frío húmedo (J), pendientes ligeramente escarpadas, suelos profundos y moderadamente profundos, drenaje moderado, bueno y moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas sobre finas, moderadamente finas y finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad baja, alta y muy alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes ligeramente escarpadas; erosión moderada, drenaje moderadamente excesivo, pedregosidad superficial y fertilidad baja en algunas áreas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima frío: frutales deciduos como manzana, pera, melocotón, ciruela, plantaciones de mora y arándano. Sistemas silvopastoriles	Establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. No son mecanizables, evitar la exposición a la acción erosiva del impacto de las gotas de lluvia y escorrentía. Mantener la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis dependen de los análisis en finca, en las fases MJJe1 y MJJe2 aplicar adicionalmente Potasio. Los suelos presentan moderada retención fosfórica por lo que se debe aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a la raíz. Aplicar riego suplementario con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.	7,063



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIs	VIs-1	MOAdp2	Clima templado muy húmedo (O), pendientes fuertemente inclinadas, suelos moderadamente profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión moderada.	Abundante pedregosidad superficial; pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima templado: café bajo sombra, macadamia, aguacate hass. Otras cultivos posibles son: persimón, nispero y plantas ornamentales (flores y follajes). Sistemas silvopastoriles.	Muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas (utilizar la pedregosidad superficial), acequias de ladera y pozos de infiltración, terrazas individuales. Barreras contravientos para reducir la erosión eólica. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y las propiedades químicas de los suelos: adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, dosis basadas en análisis locales. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. Las actividades silvopastoriles realizarlas en forma extensiva, con pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el establecimiento de hortalizas (arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, acelga, tomate, chile, cebolla y otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.	53



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIs	VIs-2	<p>MBAb2 MBAc1 MBAd2 MBAdp2 MBFdp1 MQBdp2 MQKb1 MQKbp1 MQKc1 MQKcp1 PQAbp1 PQAdp1</p>	<p>Clima templado húmedo y subhúmedo (B, Q), pendientes ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas, suelos inclinados, suelos muy superficiales, superficiales y profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, medias sobre gruesas, moderadamente gruesas, y gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes muy baja a alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, erosión ligera y moderada.</p>	<p>Suelos muy superficiales, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo; erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.</p>	<p>Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima templado: café bajo sombra y macadamia. Otros cultivos: aguacate hass, nispero, persimón y plantas ornamentales. Sistemas silvopastoriles</p>	<p>Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y disminuir la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer cortinas rompevientos contra erosión eólica. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia y mantener la cubierta vegetal. Incorporar materia orgánica como restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos, con esto se mejoran las características físicas y químicas del suelo. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, en la fase MQBdp2 aplicar adicionalmente Potasio, las dosis con base en análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, exceptuando las fases MQKb1, MQKbp1, MQKc1 y MQKcp1, agregar fertilizantes fosforicos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. Aplicar riego suplementario por aspersión o goteo, en las texturas medias aplicar láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo y en las texturas gruesas aplicar láminas de bajo volumen y de manera frecuente. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el establecimiento de hortalizas (arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, acelga, tomate, chile, cebolla y otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.</p>	1,714



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIs	VIs-3	MSHdp1 MSKdp2 MSOc1	Clima semifrío húmedo (S) , pendientes moderadamente inclinadas y fuertemente inclinadas, suelos muy superficiales y profundos, drenaje bueno, texturas finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de alta a baja, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta, erosión ligera y moderada.	Suelos muy superficiales, abundante pedregosidad superficial; erosión ligera y moderada y deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima semifrío: Café bajo sombra, macadamia. Otros cultivos recomendados son: aguacate hass, nispero, mora, plantas ornamentales. Sistemas silvopastoriles.	Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales (haciendo uso de la pedregosidad superficial de algunas áreas). Establecer cortinas rompevientos contra erosión eólica. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia, mantener la cobertura de los suelos. Incorporar fuentes de materia orgánica como restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos. Debe aplicarse fuentes de Nitrógeno y Fósforo; dosis con base en análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares. Regar por goteo o aspersión con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y hortalizas (arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, tomate, chile y otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.	494



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	VIs	VIs-4	AJEb1 AJEbp1 AJFbp1 AJFcp1 MJLdp1	Clima frío húmedo (J) , pendientes ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas, suelos superficiales y profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas sobre finas y moderadamente gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta y erosión ligera.	Abundante pedregosidad en superficial. Abundantes fragmentos de roca en el perfil, abundante pedregosidad superficial (menos en la fase AJEbp1), profundidad efectiva superficial, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima frío: arándano, frambuesa, frutales deciduos (ciruela, manzana, pera, melocotón). Sistemas silvopastoriles.	Aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, muertas (utilizar las piedras superficiales de algunas áreas); en la fase MJLdp1 implementar acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Cortinas rompevientos para minimizar erosión eólica. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Incorporar fuentes de materia orgánica como restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos, con esto se mejoran las características físicas y químicas del suelo. Necesitan riego en la época seca, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, la dosis según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. Aplicar riego suplementario, con láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y hortalizas (arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, tomate, chile y otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.	648



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	Vic	Vic-1	MDBd1 MDCd2	Clima muy frío húmedo (D), pendientes fuertemente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH fuertemente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural de media a alta, erosión ligera y moderada.	Clima muy frío húmedo; pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera a moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año	Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima muy frío: Plantaciones de deciduos (manzana, pera, ciruela, melocotón), mora, arándanos y frambuesa. Sistemas silvopastoriles.	Establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas y muertas. Para evitar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. No se pueden mecanizar y deben mantener la cobertura, con mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura, las propiedades químicas de los suelos y el movimiento del agua; adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, aplicar adicionalmente Potasio en la fase MBCd2, según análisis locales. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. Necesitan riego en la época seca, para reducir el efecto de las heladas y por las texturas moderadamente finas aplicar láminas con alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados adaptados a las bajas temperaturas, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo, pisoteo excesivo y mantener la cobertura boscosa existente. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas (papa, coles, repollo, brócoli y otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.	544





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	Vlps	Vlps-1	<p>MB Ae1 MB Ae2 MB Ae p1 MQBep1 MQHep2</p>	<p>Clima templado húmedo y subhúmedo (B, Q), pendientes ligeramente escarpadas, suelos superficiales a profundos, drenaje moderado, bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, medias sobre gruesas y moderadamente gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes muy baja a alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad de alta y media, erosión ligera y moderada.</p>	<p>Pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo, abundante pedregosidad superficial; erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.</p>	<p>Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de climas templado húmedo: café bajo sombra y macadamia; otros cultivos: aguacate hass y níspero, persimón, plantas ornamentales, Sistemas silvopastoriles.</p>	<p>Muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Barreras contravientos para reducir la erosión eólica. No se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar las características físicas y químicas: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, en la fase MQBep1 aplicar adicionalmente Potasio, las dosis según análisis locales. Por la moderada retención de fosfatos (exceptuando la fase MQHep2) agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta cercanos a las áreas radicales. Necesitan riego en la época seca, con láminas de volumen moderado y frecuente, por aspersión o goteo. Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas (arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, tomate, chile y otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.</p>	494



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	Vlps	Vlps-2	MSBep2 MSKep1 MSKep2 MSNep1	Clima semifrío húmedo (S), pendientes ligeramente escarpadas, suelos profundos, drenaje moderado, bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes de alta a baja, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes ligeramente escarpadas, abundante pedregosidad superficial; erosión moderada, deficiencias precipitaciones en un semestre del año.	Sistemas agroforestales con cultivos permanente de clima semifrío: son: café bajo sombra, macadamia. Otros cultivos y usos posibles aguacate hass, nispero, flores de corte y follaje. Sistemas silvopastoriles.	Muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer barreras contravientos para minimizar la erosión eólica. No son mecanizables, procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia y mantener la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica en forma constante para mejorar las condiciones físico-químicas de los suelos, utilizando como fuentes los abonos verdes, abonos orgánicos y restos de cosecha. Aplicar Nitrógeno y Fósforo, con dosis según análisis local. Por la moderada retención de fósforo, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Necesitan riego en la época seca en láminas con alto volumen y espaciadas en el tiempo por aspersión o goteo. Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas (arveja china, ejote francés, minivegetales, tomate, chile entre otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente.	583





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VI	Vlpc	Vlpc-1	MDCe2	<p>Clima muy frío húmedo (D), pendientes ligeramente escarpadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media, pH fuertemente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural media y erosión moderada.</p>	<p>Pendientes ligeramente escarpadas, clima muy frío; erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año.</p>	<p>Sistemas agroforestales con cultivos permanentes de clima muy frío: frutales deciduos (manzana, ciruela, pera, durazno), frambuesa, mora y sistemas silvopastoriles.</p>	<p>Establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración e incluso, establecer terrazas individuales. Para evitar erosión eólica establecer cortinas rompevientos. No se pueden mecanizar y deben mantener la cobertura del suelo con mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura, las propiedades químicas de los suelos como la fertilidad y el movimiento del agua en el suelo; adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, según análisis local. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales.</p> <p>Necesitan riego en la época seca, para reducir el efecto de las heladas y por las texturas finas aplicar láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo. Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados adaptados a las bajas temperaturas, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo. Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y hortalizas (repollo, coliflor, haba, papa y otros) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente</p>	442



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIp	VIIp-1	MYAf1 MYAfp2	Clima semicálido muy húmedo (Y), pendientes moderadamente escarpadas, suelos profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, fertilidad natural alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes moderadamente escarpadas; frecuente pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo.	Actividades forestales de producción en clima semicálido: plantaciones forestales y manejo del bosque natural. Otra actividad posible bajo severas medidas de conservación de suelo es el cultivo de café bajo sombra. Sistemas agroforestales con café bajo sombra	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de plagas y de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. En las actividades agroforestales: implementar severas prácticas de conservación de suelos, plantar siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y hechura de terrazas individuales. Debe mantenerse una cobertura vegetal con sombra del café. Es necesario establecer cortinas rompevientos. Estos suelos necesitan el aporte constante de Nitrógeno, Potasio y Fósforo, con dosis basadas en análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales.	997





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIp	VIIp-2	MOAf1 MOCf1 MOCfpr1 MOCfr1 MOCfr2 MODfr1 MOEf1 MOEf2 MOEfpr1 MOEfri1 POCfp1	Clima templado muy húmedo (O), pendientes moderadamente escarpadas, suelos moderadamente superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas, y moderadamente gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes moderadamente escarpadas; fragmentos gruesos en el perfil del suelo, drenaje moderadamente excesivo.	Actividades forestales de producción en clima templado: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otros usos posibles bajo severas prácticas de conservación de suelos son Sistemas agroforestales con café bajo sombra y macadamia.	Implementar severas prácticas de conservación de suelos. Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica, mantener el sobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. En las actividades agroforestales: implementar severas prácticas de conservación de suelos, plantación siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y hechura de terrazas individuales. Debe mantenerse la cobertura vegetal. Es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos necesitan el aporte constante de Nitrógeno, Fósforo y Potasio; con dosis basadas en análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales.	2,758



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIp	VIIp-3	MBAf1 MBAf2 MBBf1 MBBfp1 MBBfpr1 MBBfr1 MBBfr2 MBEf2 MCAf1 MCAf2 MQAfp2 MQBf2 MQCf2 MQCfp1 MQCfp2 MQEfp2	Clima templado húmedo (B), templado subhúmedo (Q), y templado muy húmedo a templado húmedo (C) pendientes moderadamente escarpadas, suelos superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas sobre finas, medias sobre gruesas y moderadamente gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes muy baja a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad de alta a media, erosión ligera y moderada.	Pendientes moderadamente escarpadas; abundante pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo, deficiencias en precipitaciones en un semestre del año.	Actividades forestales de producción de clima templado. Plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible bajo severas prácticas de conservación de suelos es el cultivo de café bajo sombra y macadamia	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo queden expuestos al impacto de la gota de lluvia, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. En las actividades agroforestales: implementar severas prácticas de conservación de suelos, plantación siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y hechura de terrazas individuales. Debe mantenerse la cobertura vegetal. Es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos necesitan el aporte constante de Nitrógeno, Fósforo y Potasio; con dosis basadas en análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales.	3,246





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIp	VIIp-4	ASFf1 ASFf2 MSAfp1 MSBf1 MSBf2 MSBfp1 MSCf1 MSCf2 MSCfpr2 MSCfr2 MSDf1 MSDf2 MSEf2 MSEf2 MSPf1 MSPf2 MSPfp2 MSQf1 MSQf2	Clima semihúmedo (S), pendientes moderadamente escarpadas, suelos superficiales, moderadamente profundos y profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas, moderadamente gruesas y gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH desde fuertemente ácido a neutro, fertilidad natural alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes moderadamente escarpadas; abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, erosión ligera y moderada, drenaje moderadamente excesivo, déficientes precipitaciones en un semestre del año.	Actividades forestales de producción de clima semihúmedo: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible bajo severas prácticas de conservación de suelos son sistemas agroforestales con café bajo sombra, macadamia.	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo queden expuestos al impacto de la gota de lluvia, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. En las actividades agroforestales: implementar severas prácticas de conservación de suelos, plantación siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y hechura de terrazas individuales. Debe mantenerse la cobertura vegetal. Es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Aplicar Nitrógeno y Fósforo; en la fase MSAfp1 aplicar adicionalmente Potasio, dosis según análisis en finca. Por moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.	5,714



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIp	VIIp-5	MJAf1 MJAf2 MJCf1 MJCf2 MJCfp2 MJCfr2 MJDf1 MJDf2 MJFf1 MJGf2 MJGfp2 MJHfr1 MJHfr2	Clima frío húmedo (J), pendientes moderadamente escarpadas, suelos moderadamente superficiales y profundos, drenaje moderado, bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas sobre finas y medias, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural baja a alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes moderadamente escarpadas; fragmentos gruesos en el perfil del suelo, erosión ligera y moderada, drenaje moderadamente excesivo, deficiencias en precipitaciones en un semestre del año	Actividades forestales de producción de clima frío: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica, mantener el sotobosque para disminuir la escorrenía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acedias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica y mantener la hojarasca y el sotobosque. Aplicar Nitrogeno, Fósforo y Potasio, dosis con base en análisis en finca. Por moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.	10,334



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIp	VIIp-6	MDAfr1 MDBfp1	Clima muy frío húmedo (D), pendientes moderadamente escarpadas, suelos profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de alta a baja, pH de moderadamente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural de media a alta y erosión ligera.	Pendientes moderadamente escarpadas; clima muy frío, drenaje moderadamente excesivo.	Actividades forestales de producción de clima muy frío: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica, mantener el sotobosque para reducir la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Aplicar Nitrógeno y Fósforo en dosis basadas en análisis locales. Por moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.	104



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIe	VIIe-1	MSKe3	Clima semifrío húmedo (S), pendientes ligeramente escarpadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes de alta a baja, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión severa.	Erosión severa; pendientes ligeramente escarpadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia y evitar la escorrentía, para recuperar las áreas erosionadas. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y el sotobosque. Necesitan Nitrógeno y Fósforo, con dosis basadas en análisis de finca. Por la moderada retención de fósforo se recomienda la aplicación de fertilizantes fosfóricos de liberación lenta cercanos a las raíces.	7





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIe	VIIe-2	MCBep3	Clima semicálido muy húmedo a frío húmedo (C), pendientes ligeramente escarpadas, suelos moderadamente profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas finas sobre gruesas, saturación de bases de media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión severa.	Erosión severa; pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo.	Actividades forestales de producción de clima semicálido a frío: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. Para la recuperación de las áreas erosionadas implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos como plantar siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Necesitan Nitrógeno y Fósforo. Por la moderada retención de fósforos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta cercanos a las raíces. Estos suelos necesitan la incorporación de materia orgánica y mantener la hojarasca. Propiciar la revegetalización natural.	47



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIpe	VIIpe-1	MBEfp3 MOEfr3 MQDfr3 MQEf3 MSCf3 MSEf3 MSGfp3	Clima semifrío húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo y templado muy húmedo (S, Q, B, O), pendientes moderadamente escarpadas, suelos muy superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente gruesas, gruesas sobre finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta, erosión severa.	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, drenaje moderadamente excesivo, deficientes precipitaciones en un semestre del año	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible sujeta a severas prácticas de conservación de suelos es el cultivo de café bajo sombra.	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo queden expuestos al impacto de la gota de lluvia, mantener el sotobosque para reducir la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. En las actividades agroforestales: implementar severas prácticas de conservación de suelos, plantar siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y realizar terrazas individuales. Debe mantenerse la cobertura vegetal. Es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Aplicar Nitrógeno y Fósforo; dosis según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.	3,548





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIpe	VIIpe-2	ACAf3 ACAfp3 ASF3 MCBfp3 MCCf3 MCCfp3 MJMf3 MSBf3 POCf3	Clima frío húmedo, semifrío húmedo, templado muy húmedo, semicálido muy húmedo a frío húmedo (J, S, O, C), pendientes moderadamente escarpadas, suelos superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas, moderadamente gruesas sobre gruesas, finas sobre gruesas, gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de media a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta a media, erosión severa.	Pendientes moderadamente moderadamente escarpadas, erosión severa, drenaje moderadamente excesivo, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente.	Realizar actividades forestales para evitar la erosión hídrica, mantener el sotobosque y la hojarasca, realizar barreras muertas y acequias de ladera. El aprovechamiento forestal realizarlo en época seca y efectuarlo bajo plan de manejo. Establecer medidas para control de incendios. Mantener la cobertura vegetal. Es necesario establecer cortinas rompevientos. Implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, a través del mantenimiento de la hojarasca. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis de acuerdo a análisis en finca. Por moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.	3,731



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIpes	VIIpes-1	MCDfpr3 PYBf3	Clima semicálido muy húmedo, templado subhúmedo a semifrío húmedo (Y, C), pendientes moderadamente escarpadas, suelos muy superficiales y moderadamente superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas finas y moderadamente finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad natural alta a baja, erosión severa.	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, extremadamente abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo; suelos muy superficiales, drenaje moderadamente excesivo, pH fuertemente ácido, deficiencias en precipitaciones en un semestre del año.	Actividades forestales de producción: plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otro uso pero sujeto a severas prácticas de conservación de suelos es el de café bajo sombra.	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo queden expuestos al impacto de la gota de lluvia, mantener el sotobosque para reducir la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. En las actividades agroforestales: implementar severas prácticas de conservación de suelos, plantar siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y realizar terrazas individuales. Debe mantenerse la cobertura vegetal. Es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio; dosis según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.	351





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VII	VIIes	VIIes-1	PYBd3 PYBe3 PYBep3	Clima semicálido muy húmedo (Y), pendientes fuertemente inclinadas y ligeramente escarpadas, suelos muy superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH fuertemente ácido, fertilidad natural baja y erosión severa.	Erosión severa, extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo; suelos muy superficiales, drenaje moderadamente excesivo.	Actividades forestales de producción de clima semicálido; plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible bajo severas prácticas de conservación son sistemas agroforestales con café bajo sombra	Mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo queden expuestos al impacto de la gota de lluvia, mantener el sotobosque para evitar la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Realizar un plan anual de control de incendios forestales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo. Estos suelos necesitan materia orgánica, mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos. En las actividades agroforestales: implementar severas prácticas de conservación de suelos, plantar siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y realizar terrazas individuales. Debe mantenerse la cobertura vegetal. Es necesario establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio; dosis según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.	236



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VIII	VIIIp	VIIIp-1	MBBg1 MBBg2 MBBgp1 MBDg2 MBEg1 MBEg2 MCDgpr1 MCDgpr2 MDBgr1 MJAg1 MJAgp1 MJGg1 MJGg2 MJGgr2 MJGgp2 MJHgr1 MJHgr2 MOCgp1 MODg1 MOEg1 MOEgp1 MOEgr2 MQAgp2 MQDgpr2 MQJgpr2 MSBg1 MSCg1 MSCg2 MSCgp2 MSEgr2 MSFg1 MSFg2 MSRg1 MDAGR1	Clima de templado subhúmedo a semifrío húmedo, muy frío húmedo, semifrío húmedo, templado húmedo, templado subhúmedo, templado muy húmedo (C, D, J, S, Q, B, O), pendientes fuertemente escarpadas, suelos profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo. Texturas finas, medias, moderadamente finas, moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de baja a alta, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta, erosión ligera y moderada.	Pendientes fuertemente escarpadas; abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo, suelos superficiales.	Áreas para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.	Debe conservarse el bosque existente; propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; establecer programas de recuperación de suelos erosionados por medio de la regeneración natural, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.	19,553





Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)
VIII	VIIIp	VIIIp-2	ACA _{g3} ACA _{gp3} MBC _{g3} MBE _{gr3} MCB _{gp3} MCC _{gp3} MCD _{gpr3} MDB _{g3} MJC _{g3} MJC _{gpr3} MJC _{gr3} MJD _{gr3} MOC _{g3} MOE _{gr3} MQD _{gr3} MQI _{gpr3} MSC _{g3} MSC _{gpr3} MSC _{gr3} MSF _{g3} MSF _{gp3} PYB _{gp3}	Clima de templado subhúmedo a semifrío húmedo, muy frío húmedo, frío húmedo, semifrío húmedo, templado húmedo, templado subhúmedo, templado muy húmedo, semicálido muy húmedo (C, D, J, S, Q, B, O, Y), pendientes fuertemente escarpadas, suelos muy superficiales y profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, moderadamente gruesas y finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad natural baja a alta y erosión severa.	Pendientes fuertemente escarpadas; erosión severa, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo, suelos superficiales.	Áreas para la conservación de la cobertura boscosa, los recursos hídricos y la biodiversidad.	Deben conservarse el bosque existente; propiciar la regeneración natural en las áreas deforestadas; establecer programas de recuperación de suelos erosionados; propiciar la regeneración natural, evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas y establecer programas de control de incendios forestales.	11,288



Clase agrológica	Subclase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos Recomendado	Prácticas de manejo	Área (ha)	
VIII	VIIIpes	VIIIpes-I	DC	Áreas misceláneas de depósito de cauce	Áreas misceláneas de depósito de cauce	Áreas para la conservación y protección de los recursos naturales y la biodiversidad	Propiciar la regeneración natural en los cauces de los ríos, evitar la tala de los relictos de bosque existentes, para mantener los corredores de biodiversidad y evitar la expansión de estos hacia las zonas laterales ya que pueden arrastrar infraestructura, cultivos y suelos.	263	
			ME	Áreas misceláneas erosionadas	Áreas misceláneas erosionadas	Actividades forestales: reforestación de áreas desprovistas de vegetación y manejo del bosque natural existente.	Conservar los relictos de bosque existente, propiciar la regeneración natural, implementar programas de recuperación de suelos erosionados, no utilizar la vegetación que va colonizando el suelo para estabilizar con mayor velocidad estas zonas, evitar los incendios forestales.	1,985	
			TC	Áreas misceláneas de tierras de ceniza	Áreas misceláneas de tierras de ceniza	Áreas para la conservación y protección de los recursos naturales y la biodiversidad.	La conservación de los relictos de bosque existente debe ser prioridad, propiciar la regeneración natural con especies herbáceas y arbustivas, establecer programas de control de incendios forestales.	134	
		II - VIII		Organización de la leyenda: 1. Clases: estas se organizan de menor a mayor número de limitantes (clase I a la VIII). 2. Subclases: dentro de cada clase se ordenan así: primero subclase de limitaciones por pendiente (p), segundo subclase de limitaciones por erosión (e), tercero subclase de limitaciones por humedad (h), cuarto subclases de limitaciones por suelos (s) y quinto limitante por clima (c) (IGAC, 2007, 2010). 3. Grupos de manejo: dentro de una subclase y para esta leyenda se organizó desde el clima altitudinal más frío hasta el más cálido.					
Explicación de los símbolos:		p	Subclase por limitaciones generales por pendiente.						
		e	Subclase por limitaciones generales por erosión.						
		h	Subclase por limitaciones generales por humedad: pobre, muy pobre, imperfecto.						
		s	Subclase por limitaciones generales por suelo						
		c	Subclase por limitaciones generales por clima.						
		1,2,3...n	Grupos de manejo (limitaciones específicas dentro de las subclases).						



5.3 DESCRIPCIÓN DE CLASES, SUBCLASES Y GRUPOS DE MANEJO

Las unidades de capacidad (Clases, Subclases y Grupos de Manejo) se describen de acuerdo con el orden en que se encuentran en la leyenda presentada anteriormente (Cuadro 5.1), comenzando por aquellas que tienen el menor grado de limitaciones. Los comentarios hacen referencia primero a la Clase, luego a la Subclase y por último al Grupo de Manejo.

En cada **Clase** se comentan aspectos generales relacionados con la extensión (ha, %), ubicación geográfica, las limitantes que han determinado la clase, posición geomorfológica (paisaje y tipo de relieve), materiales parentales, clima (piso térmico, temperatura ambiental, precipitación), posición altitudimétrica, grado de inclinación de las pendientes, grado de erosión, uso actual y una fotografía de un sector de la clase.

La **Subclase** contiene las limitantes generales que han determinado la subclase como pendiente, erosión, humedad, suelos, clima y los grupos de manejo que le pertenecen.

El **Grupo de manejo** lleva información sobre ubicación geográfica, fases que lo componen, tipo y nombre de la unidad cartográfica, extensión, clima ambiental, posición geomorfológica, relieve, grado de inclinación de las pendientes, materiales parentales, características específicas de los suelos (profundidad efectiva, clase de drenaje, grupos texturales, saturación de bases, capacidad de intercambio de cationes, pH, fertilidad natural y grado de erosión), cobertura vegetal y uso actual de las tierras, limitantes de uso, vocación y prácticas de manejo recomendadas.

5.3.1 Tierras de la Clase I

En el departamento de Sololá no se identificaron tierras de la clase I.

5.3.2 Tierras de la Clase II

Esta clase de tierras ocupa una superficie de **2,281 ha** que representa el **1.95%** del total departamental (Figura 5.1) y se encuentra a inmediaciones de los municipios de Concepción, Nahualá, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, San José Chacayá, San Lucas Tolimán, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Lucía Utatlán y Sololá.

Los suelos de la clase II, tienen vocación agrícola para cultivos intensivos y poseen ligeras limitaciones que requieren de prácticas de manejo para evitar la erosión de los suelos; son aptas para la agricultura con cultivos anuales o de diferente ciclo de producción y para la ganadería intensiva. Pueden requerir riego suplementario, ligeras prácticas de conservación de suelos como barreras vivas y muertas, barreras contravientos, manejo de la cobertura vegetal, algunas obras de ingeniería para el manejo de aguas de escorrentía o métodos livianos de laboreo.

Los suelos se han desarrollado en tipos de relieve de planos de terrazas del paisaje de altiplano hidro-volcánico (A) y abanicos del paisaje de piedemonte hidro-volcánico (P); en materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) y en depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodos); en los climas frío húmedo (J), semifrío húmedo (S) y templado muy húmedo (O), con precipitaciones que varían de 1,000 a 2,078 mm anuales, con altitudes comprendidas entre los 1,148 y 2,527 msnm y temperaturas medias anuales entre los 12.0 a 20 °C. Las pendientes son ligeramente inclinadas (3-7%) y presentan erosión ligera (Figura 5.3).



En conclusión las tierras presentan *ligeras* limitaciones causadas por pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en el segundo semestre del año (en algunas áreas); están utilizadas en agricultura con granos básicos (maíz, frijol), arveja china, ejote francés, minivegetales, hortalizas (brócoli, repollo), papa, café, cebolla, pastos cultivados, bosque mixto, bosque latifoliado y otras especies.



Figura 5.3 Tierras de clase II de clima frío, con pendiente 3 a 7%, sobre planos de terraza, cultivados con papa variedad “Loman”, municipio de Sololá (Foto: J. del Cid, 2010).

Las subclases determinadas en esta clase son: Iipe y Ipec. Se describen a continuación:

5.3.2.1 Subclase por limitaciones de pendiente y erosión (Iipe)

Esta subclase posee limitaciones relacionadas con la pendiente y la erosión, presenta el grupo de manejo Iipe-1.

5.3.2.1.1 Grupo de manejo Iipe-1

Se ubica este grupo de manejo en la comunidad Totolyá y en la finca Santo Tomás Perdido, del municipio de San Lucas Tolimán. Ocupa un área de 44 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase **POBb1** de la Consociación Totolyá; **Clima templado muy húmedo (O)**, localizada en el tipo de relieve abanico del paisaje piedemonte hidro-volcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3 - 7 %).

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodos), son suelos profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.



La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 49% de la superficie está ocupado por cultivo de café; el 7% por pastos cultivados; el 1% por bosque latifoliado y el 43% restante, por tejido urbano continuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de esta unidad, presentan limitaciones por pendientes ligeramente inclinadas y erosión ligera, además el suelo presenta moderada retención de fósforo.

La vocación es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); para el cultivo de hortalizas con especies como arveja china, minivegetales, ejote, tomate, chile, cebollas, alcachofa y otros. Asimismo, se puede establecer otros cultivos como el café bajo sombra, macadamia, aguacate has, otros frutales; plantas ornamentales: flores y follaje. Tiene aptitud para la ganadería intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de ligeras prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos. Asimismo, se recomienda utilizar labranza mínima para no destruir la estructura del horizonte A; estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas por lo que se recomienda incorporar materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos.

Respecto a la fertilización química, es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deben de ir de acuerdo a los análisis locales en finca. Por la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, adecuado diseño de potreros, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.2.2 Subclase por limitaciones de pendiente, erosión y clima (Ipec)

Esta subclase posee limitaciones relacionadas con la pendiente, erosión y clima. Presenta los grupos de manejo Ipec-1 y Ipec-2.

5.3.2.2.1 Grupo de manejo Ipec-1

Se encuentra localizado en las comunidades Choaquec y Paquim del municipio de San Andrés Semetabaj; comunidades Chimanzana, Chuarixché, El Barranco, El Tablón, Paxicom, Santa María El Tumbador y Cooperativa El Tablón del municipio de Sololá; comunidad Chitutul del municipio de San Antonio Palopó, corresponde a la fase **ASCb1** de la Consociación Las Cruces. Ocupa un área de 1,430 ha.; con **clima semifrío húmedo (S)**, localizadas en el tipo de relieve terraza de altiplano hidrovolcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%) con erosión ligera.

Los suelos de este grupo se han originado de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez). Los suelos son profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 55% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 15% por hortalizas; el 5% por bosque mixto; el 2% por bosque de pino; el 1% por el cultivo de café bajo sombra y el resto por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).



Las tierras de este grupo presentan como limitaciones de uso: pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año, presentan también moderada retención de fosfatos.

La vocación es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); para el cultivo de hortalizas con especies como arveja china, minivegetales, ejote, acelga, apio, brócoli, lechuga, coliflor, repollo, tomate, chile, cebolla y otros. Asimismo, se puede establecer otros cultivos como mora, fresa, frutales como el níspero, el aguacate has, deciduos. Tiene aptitud para la ganadería intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de ligeras prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos. Asimismo, se recomienda utilizar labranza mínima para no destruir la estructura del horizonte A; estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas por lo que se recomienda incorporar materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes y abonos orgánicos.

Respecto a la fertilización química, es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deben establecerse según análisis locales en finca. Por la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, adecuado diseño de potreros, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo. Estas tierras necesitan riego en la época seca, por las texturas moderadamente finas, se recomienda aplicar láminas de mayor volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por goteo o aspersión.

5.3.2.2.2 Grupo de manejo IIpec-2

Las tierras clasificadas en este grupo se localizan en las comunidades Chiculín, Palanquix del municipio de Nahualá; en las comunidades Chiquel, Los Tablones (Pacay), Villa Linda del municipio de San José Chacayá; en las comunidades Chichimuch, Chuchexic, Chuiatzan, Los Planes, Nicajilín, Patizaquim, Xampotón del municipio de Santa Lucía Utatlán. Tiene un área de 807 ha.

Está conformado por la fase de suelos AJDb1 de la Consociación Santa Lucía Utatlán; de **clima frío húmedo (J)**, en el tipo de relieve terraza del paisaje de altiplano hidro-volcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%) con erosión ligera.

Los suelos se han originado de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), son profundos, con drenaje natural bueno, con texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 55% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 7% por bosque mixto; el 1% por espacios con vegetación escasa y el restante 37% por tejido urbano (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan como limitaciones de uso: pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año, presentan además moderada retención fosfórica.





La vocación es agrícola con cultivos intensivos de clima frío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); para el cultivo de hortalizas con especies como acelga, repollo, coliflor y papa entre otros. Asimismo, se puede establecer otros cultivos como arándano, deciduos (ciruela, melocotón, manzana, pera) y establecer explotaciones de ganadería intensiva.

Se considera importante la implementación de ligeras prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica es muy importante establecer cortinas rompevientos, sobre todo si se siembran frutales. Para evitar la destrucción de la estructura de los agregados en los horizontes superficiales, se recomienda realizar labranza mínima y mantener cubierto el suelo con restos vegetales. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico químicas, para ello es necesario incorporar materia orgánica como restos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química, agregar Nitrógeno y Fósforo; la dosis según análisis realizados en cada finca. Por la moderada retención de fosfatos que presentan es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta cerca de las raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, por las texturas moderadamente finas que poseen es necesario regar utilizando láminas con mayores volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por goteo o aspersión.

5.3.3 Tierras de la Clase III

Esta clase de tierras ocupa una superficie de **3,728 ha** que representa el **3.20%** del total departamental (Figura 5.1) y se encuentra en los municipios de Nahualá, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, San José Chacayá, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Clara la Laguna, Santa Lucía Utatlán, Santa María Visitación, Santiago Atitlán y Sololá.

Los suelos de la clase III, tienen moderadas limitaciones, que restringen la cantidad de cultivos que podrían realizarse y definen prácticas de conservación de suelos.

Los suelos se han desarrollado en tipos de relieve de terrazas y abanicos del paisaje de altiplano hidro-volcánico (A), en abanicos del paisaje piedemonte hidro-volcánico (P), en estrato-volcán, lomas, glacis, mesas y vallecitos del paisaje montaña volcano-erosional (M); en materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodos), depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, depósitos superficiales clásticos gravigénicos; en los climas frío húmedo (J), semifrío húmedo (S), templado subhúmedo (Q), templado muy húmedo (O) y semicálido muy húmedo (Y), con precipitaciones que varían de 1,001 a 4,600 mm anuales, con altitudes comprendidas entre los 681 y 2,999 msnm y temperaturas medias anuales entre 10 y 23 °C. Las pendientes presentes varían de ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente inclinadas (7 – 12%). La erosión presente es ligera (Figura 5.4).

En conclusión las tierras presentan moderadas limitaciones causadas por pendientes ligeramente inclinadas, texturas moderadamente finas sobre finas, medias sobre gruesas, mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y deficientes precipitaciones en el segundo semestre del año (en algunas áreas); están utilizadas en agricultura con cultivos como: café, caña de azúcar, granos básicos (maíz, frijol), hortalizas (brócoli), papa, arveja china, pastos cultivados, aguacate; pastos naturales, bosque latifoliado, bosque mixto y otras especies.



Figura 5.4 Tierras de clase III, en clima templado húmedo, con pendiente de 7 a 12%, sobre cuerpo de abanico del paisaje de piedemonte. Con cultivos permanentes semi-intensivos de café bajo sombra; finca Pampojilá, municipio de San Lucas Tolimán (Foto: W. González, 2010).

Las subclases determinadas en esta clase son: IIIp, IIIs y IIIpes. Se describen a continuación

5.3.3.1 Subclase por pendiente (IIIp)

Esta subclase presenta limitaciones por pendientes, los grupos de manejo que la integran son IIIp-1, IIIp-2 y IIIp-3

5.3.3.1.1 Grupo de manejo IIIp-1

Se localiza en las comunidades Chicucab, Chirijalimá, Chixamajac, Chuigirondina, Chuisajcabá II, La Toma, Paquilá, Pasac, Tzanpoj del municipio de Nahualá; comunidades Chajtzucubalib, Palacal, Sohomp, Tzucubal del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; corresponde a la fase PYAc1 de la Consociación La Ceiba. La extensión es de 694 ha.

El clima es **semicálido muy húmedo (Y)**, en el tipo de relieve abanico, del paisaje de piedemonte hidro-volcánico, con pendientes moderadamente inclinadas (7 – 12%), los suelos de este grupo se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), son profundos, con drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido y fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 88% de la superficie está ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 1% por caña de azúcar y el 11% restante por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).



Las tierras de este grupo presentan como limitaciones para su uso las pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera y alta retención fosfórica.

La vocación es agrícola con cultivos intensivos de clima semicálido y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, caña de azúcar para panela y frutales como el aguacate y el plátano; a su vez es posible establecer plantas ornamentales, flores, follajes, hoja de mashan y ganadería semi-intensiva.

Debe realizarse moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica, se recomiendan: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. Asimismo, es necesario instalar cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Para evitar la destrucción de la estructura de los agregados en los horizontes superficiales, se recomienda realizar una labranza mínima y mantener cubierto el suelo con restos vegetales. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico químicas, para ello es necesario incorporar restos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química necesitan Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis deberán calcularse según análisis local en finca. Por la alta retención de fosfatos que presenta este suelo, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.

5.3.3.1.2 Grupo de manejo IIIp-2

Se ubica en las comunidades Chuiti Estancia, comunidad Agraria Panimatzalán, finca La Lucha, Godínez y La Comunidad del municipio de San Andrés Semetabaj; comunidad San José Xiquinabaj y Sitio Arqueológico de Agua Escondida del municipio de San Antonio Palopó. Ocupa un área de 416 ha.

La fase correspondiente es la ASCc1 de la Consociación Las Cruces, en **clima semifrío húmedo (S)**, en el tipo de relieve de terrazas del paisaje de altiplano hidro-volcánico, con pendientes moderadamente inclinadas (7 – 12%), los suelos de este grupo se han originado de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), son suelos profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 59% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 12% por hortalizas; el 9% por café bajo sombra; el 5% por plantaciones de pino; el 2% por matorrales; 2% por vegetación arbustiva baja; 1% por espacios con vegetación escasa; 1% por bosque de coníferas y el 9% restante por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan como limitaciones para su uso las pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación es agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como la arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, cebolla, lechuga, zanahoria, repollo y papa entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son fresa, mora, aguacate has, níspero y frutales deciduos. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería semi-intensiva.



Es importante la implementación de moderadas prácticas de conservación de suelos como: siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas, para reducir la erosión hídrica. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico químicas, para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Debido a las texturas medias que posee el suelo, es necesario regar en la época seca con altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo, mediante aspersión o goteo.

5.3.3.1.3 Grupo de manejo IIIp-3

Se ubica en las comunidades Balamabaj, Chiyaquilaj, Chuisajcap y Tzucubal del municipio de Nahualá; comunidades Cruzbé, La Esperanza, Novillero, Pahaj y Pamesabal del municipio de Santa Lucía Utatlán. Tiene un área de 815 ha.

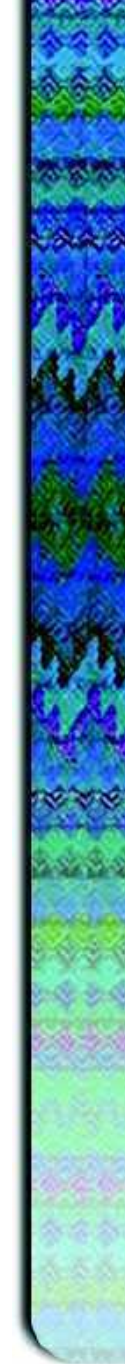
Corresponde a la fase AJDc1 de la Consociación Santa Lucía Utatlán, en **clima frío húmedo (J)**, en el tipo de relieve terraza de altiplano hidro-volcánico, con pendientes moderadamente inclinadas (7 – 12%); los suelos se han originado de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), son profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 48% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 10% por bosque mixto; el 2% por espacios con escasa vegetación y el restante 40%, por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan como limitaciones para su uso las pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación es agrícola con cultivos intensivos de clima frío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como repollo, coliflor y acelga entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son frutales deciduos (manzana, pera, melocotón, ciruela) y arándanos. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería semi-intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de moderadas prácticas de conservación de suelos tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas, para reducir la erosión hídrica. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico químicas, para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.





Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Debido a las texturas moderadamente finas que posee el suelo, es necesario regar en la época seca con altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo, mediante aspersión o goteo.

5.3.3.2 Subclase por suelo (III_s)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con el suelo, se constituye por los grupos de manejo III_s-1, III_s-2, III_s-3 y III_s-4.

5.3.3.2.1 Grupo de manejo III_s-1

Se encuentra en la comunidad Palilic del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, corresponde a la fase MOHb1 de la Consociación Chirijmasa, con un área de 27 ha.; el clima es **templado muy húmedo (O)**, en el tipo de relieve de mesa, del paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%). Los suelos se han originado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son profundos, con drenaje natural bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 86% de la superficie está ocupada por el cultivo de café bajo sombra, el 14% restante por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Presenta las siguientes limitaciones: texturas contrastantes (moderadamente finas sobre finas), pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera y alta retención fosfórica.

La vocación es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como la arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, cebolla, lechuga y zanahoria, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan, así como para establecer un tipo de ganadería semi-intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de moderadas prácticas de conservación de suelos tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales.

Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (por sus texturas contrastantes) y químicas, para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la alta retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.



5.3.3.2.2 Grupo de manejo IIIs-2

Se ubica en los alrededores de la cabecera del municipio de San Juan La Laguna y la parte baja del volcán Tolimán del municipio de Santiago Atitlán, con un área de 193 ha; corresponde a las fases de suelo MQFb1 de la Consociación Tzampetey, MQBb1 de la Consociación Tzantziapa, con clima **templado subhúmedo (Q)**, en tipos de relieve de estrato-volcán y lomas del paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%).

Los suelos se han originado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son moderadamente profundos a profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 55% de la superficie está ocupada por el cultivo del café, el 22% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol) y el 23% restante por tejido urbano continuo y discontinuo (UPGGR, 2011).

Las limitaciones que poseen estas tierras para su uso son las texturas contrastantes (moderadamente finas sobre gruesas y moderadamente finas sobre finas), asimismo, pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como la arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, cebolla, lechuga, espárragos y zanahoria, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan, así como para establecer un tipo de ganadería semi-intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de moderadas prácticas de conservación de suelos tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales y/o café; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales.

Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (por sus texturas contrastantes) y químicas, para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a sus texturas moderadamente finas es necesario regar con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o por goteo.

5.3.3.2.3 Grupo de manejo IIIs-3

Se localiza en la aldea Caliaj y cabecera del municipio de San Andrés Semetabaj; finca el Panorama del municipio de Santa Clara la Laguna y la comunidad La Ilusión del municipio de San José Chacayá; posee un área de 354 ha.





Corresponde a las fases de suelos ASBb1 de la Consociación Santa María Visitación; ASDb1 de la Consociación Cerritos; MSKb1 de la Consociación San Andrés Semetabaj, en clima **semifrío húmedo (S)**, en tipos de relieve de abanico y terraza, del paisaje de altiplano hidro-volcánico y glacis de montaña volcano-erosional, en pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%). Los suelos se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos. Son suelos profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja y alta, capacidad de intercambio de cationes baja y alta, pH fuertemente ácido a neutro y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 63% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 14% por plantaciones de café bajo sombra; el 7% por bosque mixto; el 2% por hortalizas; el 2% por plantaciones de pino; el 2% por espacios con vegetación escasa, el restante 10% por tejido urbano continuo y discontinuo (UPGGR, 2011).

Las limitaciones principales de estos suelos para su utilización son las texturas contrastantes (moderadamente finas sobre finas), las pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

Los suelos de este grupo tienen vocación agrícola con cultivos intensivos de clima semifrío, los cultivos principales son: granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas con especies como arveja china, mini vegetales, brócoli, apio, espárrago, ejote francés. Otros cultivos posibles son: alcachofa, fresa, mora, café bajo sombra, aguacate, arándano, melocotón, ciruela, níspero, también ganadería semi-intensiva.

Son necesarias moderadas prácticas de conservación de suelos como: siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para reducir la erosión eólica. Utilizar laboreo mínimo para no afectar la estructura del horizonte A. Incorporar materia orgánica para mejorar las condiciones físicas (por sus texturas contrastantes) y químicas, mediante la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha. En las actividades ganaderas deben utilizarse pastos mejorados, moderada carga animal, utilizar razas genéticamente mejoradas; evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis dependerán de los análisis locales en finca. Debido a la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Estos suelos necesitan riego en la época seca, debido a las texturas moderadamente finas que poseen, es necesario regar con láminas de altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de goteo o por aspersión.

5.3.3.2.4 Grupo de manejo IIIs-4

Se localiza en las comunidades Chopop Abac y Rancho de Teja del municipio de Nahualá, posee un área de 459 ha. La fase de suelos identificada es MJJb1 de la Consociación Alaska, en clima **frío húmedo (J)**, en el tipo de relieve lomas de montaña volcano-erosional, en pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%). Los suelos se han originado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), son profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.



La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 93% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 5% por bosque mixto y el 2% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las limitaciones presentes en los suelos de este grupo de manejo son: texturas moderadamente finas sobre finas, pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, moderada retención fosfórica y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación es agrícola con cultivos intensivos de clima frío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como repollo, coliflor, acelga y papa, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son frutales deciduos (manzana, pera, melocotón, ciruela) y arándanos. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería semi-intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de moderadas medidas de conservación de suelos tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas sobre todo la textura fina que poseen y químicas, para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, es necesario plantar pastos mejorados, utilizar razas genéticamente mejoradas, establecer moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Debido a las texturas moderadamente finas que posee el suelo, es necesario regar en la época seca con altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo, mediante aspersión o goteo.

5.3.3.3 Subclase por pendiente y suelo (IIIps)

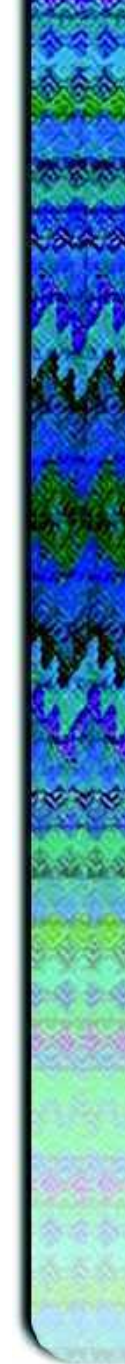
Esta subclase posee limitaciones por pendiente y suelo, presenta los grupos de manejo IIIps-1, IIIps-2, IIIps-3 y IIIps-4.

5.3.3.3.1 Grupo de manejo IIIps-1

Se encuentra en las comunidades de Chilopisap, La Ceiba, Chinima, Pabeyá, Pachipal, Pasajquim y Patzité del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; corresponde a la fase de suelos PYAcp1 de la Consociación La Ceiba, con un área de 561 ha.

El clima es **semicálido muy húmedo (Y)**, en el tipo de relieve abanico de piedemonte hidro-volcánico, con pendientes moderadamente inclinadas (7 - 12%). Los suelos se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), son profundos, drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, pH ligeramente ácido, fertilidad natural media y erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 94% de la superficie está ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el restante 6% es ocupado por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).





Las tierras de este grupo presentan como limitaciones para su uso las siguientes: pendientes moderadamente inclinadas, mediana pedregosidad superficial, erosión ligera y alta retención fosfórica.

La vocación es agrícola con cultivos intensivos de clima semicálido y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, caña de azúcar para panela y frutales como el aguacate y el plátano; a su vez es posible establecer plantas ornamentales, flores, follajes, hoja de mashan y ganadería semi-intensiva.

Deben realizarse moderadas prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica, se recomiendan: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas. Asimismo, es necesario instalar cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Para evitar la destrucción de la estructura de los agregados en los horizontes superficiales, se recomienda realizar una labranza mínima y mantener cubierto el suelo con restos vegetales. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas y químicas, para ello es necesario incorporar materia orgánica como restos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes. En las actividades de la ganadería semi-intensiva, es necesario plantar pastos cultivados, utilizar razas genéticamente mejoradas, establecer una moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Respecto a la fertilización química necesitan Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis deberán calcularse según análisis local en finca. Por la alta retención de fosfatos que presenta este suelo, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.

5.3.3.3.2 Grupo de manejo IIIps-2

Se ubica en la comunidad Chirijmasá del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, con un área de 17 ha; corresponde a la fase de suelo MOHc1 de la Consociación Chirijmasa, con clima **templado muy húmedo (O)**, en el tipo de relieve mesa de montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7 - 12%). Los suelos se han originado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 89% de la superficie está ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 9% por pastos cultivados; el 2% restante por instalaciones recreativas (UPGGR, 2011). Las limitaciones presentes son: pendientes moderadamente inclinadas, texturas moderadamente finas sobre finas, erosión ligera y alta retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como la arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, cebolla, lechuga, espárragos y zanahoria, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan, así como para establecer un tipo de ganadería semi-intensiva.

Respecto al manejo de estos suelos, se recomienda la implementación de moderadas prácticas de conservación de suelos tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales y/o café; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales.



Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (por sus texturas contrastantes) y químicas, para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la alta retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.

5.3.3.3 Grupo de manejo IIIps-3

Se localiza en los alrededores de la cabecera municipal de San Juan La Laguna y en la comunidad Xecal del municipio de San Pedro La Laguna, posee un área de 21 ha; corresponde a la fase de suelos MQBc1 de la Consociación Tzantziapa, con clima **templado subhúmedo (Q)**, en el tipo de relieve estrato-volcán de montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7 - 12%). Los suelos se han originado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos profundos, con drenaje bueno, texturas medias sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media y erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 49% de la superficie está ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 1% por cuerpos de agua y el 50% restante, por tejido urbano continuo y discontinuo (UPGGR, 2011).

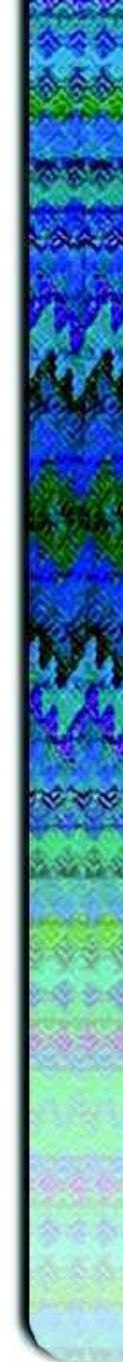
Estos suelos presentan las siguientes limitaciones pendientes moderadamente inclinadas, texturas medias sobre gruesas, erosión ligera y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas como la arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, cebolla, lechuga, alcachofa, espárragos y zanahoria, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero. También tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan, así como para establecer un tipo de ganadería semi-intensiva.

Respecto al manejo de estos suelos, se recomienda la implementación de moderadas prácticas de conservación de suelos tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales y/o café; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales.

Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (por sus texturas contrastantes) y químicas; para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química es necesario aplicar Nitrógeno, Potasio y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a sus texturas moderadamente finas es necesario regar con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o por goteo.





5.3.3.3.4 Grupo de manejo IIIps-4

Se localiza en la comunidad La Cuchilla, en los alrededores de los ríos Xibalbay y Pixabaj del municipio de Sololá y en los alrededores del río Payatzá del municipio de Santa María Visitación, con un área de 171 ha; corresponde a la fase de suelos MJNc1 de la Consociación Barberena Oyak, en clima **frío húmedo (J)**, en el tipo de relieve vallecito de montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%). Los suelos se han originado de depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, son suelos moderadamente profundos, con drenaje moderado, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural alta y erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 66% de la superficie está ocupada por el cultivo de hortalizas; el 15% por bosque mixto; 2% por granos básicos (maíz y frijol); el 2% por bosque de pino; el 3% por bosque de coníferas y el 12 % restante, por tejido urbano continuo y discontinuo (UPGGR, 2011).

Estos suelos presentan las siguientes limitaciones pendientes moderadamente inclinadas, texturas moderadamente finas sobre finas, erosión ligera, moderada retención fosfórica y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos intensivos de clima frío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); hortalizas como papa, repollo, coliflor y acelga entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son arándanos y frutales deciduos como manzana, pera, melocotón y ciruela. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de ganadería semi-intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda la implementación de moderadas prácticas de conservación de suelos tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales. Estos suelos necesitan mejorar sus condiciones físicas y químicas, sobre todo las texturas finas que poseen; para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química, es necesario aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a las texturas finas que posee el suelo, debe regarse con láminas de altos volúmenes y aplicaciones espaciadas en el tiempo, mediante aspersión o goteo.

5.3.4 Tierras de la clase IV

En el departamento esta clase ocupa una superficie de **13,301 ha**, lo que representa el **11.40%** (Figura 5.1) y se encuentran a inmediaciones de los municipios de Concepción, Nahualá, Panajachel, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, San José Chacayá, San Juan La Laguna, San Lucas Tolimán, 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.



Los suelos de esta clase de tierras tienen fuertes limitaciones para uso en la agricultura y requieren cuidadosas prácticas de manejo para su conservación. Esta clase es de vocación agrícola pero debido a sus limitaciones, debe considerarse el establecimiento de cultivos permanentes; si se elige la opción de cultivos de ciclo corto deben establecerse bajo fuertes medidas de conservación de suelos que eviten la degradación y deterioro del recurso. Además pueden utilizarse en pasturas mejoradas (ganadería semi-intensiva), especies perennes y plantaciones diversas.

Es indispensable hacer agricultura con prácticas cuidadosas de manejo y conservación (p. Ej. hortalizas, flores, maíz, güicoy), las cuales presentan problemas en su implementación y mantenimiento.

Estos suelos se han desarrollado en los tipos de relieve de lomas, abanicos y terrazas del paisaje de altiplano hidro-volcánico (A), en abanicos del paisaje piedemonte hidro-volcánico (P), en estrato-volcán, lomas, glacis, mesas y vallecitos del paisaje montaña volcano-erosional (M); en materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodos), depósitos superficiales clásticos aluvio-columbales, depósitos superficiales clásticos gravigénicos; en los climas: frío húmedo (J), semifrío húmedo (S), templado subhúmedo (Q), templado húmedo (B), templado muy húmedo (O) y semicálido muy húmedo (Y), con precipitaciones que varían de 1,001 a 4,553 mm anuales, con altitudes comprendidas entre los 715 y 3,059 msnm y temperaturas medias anuales entre 11 y 23 °C.

Las pendientes son ligeramente inclinadas (3-7%), moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%). La erosión es ligera y moderada (Figura 5.5).

En conclusión las tierras presentan fuertes limitaciones causadas por pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, drenaje moderadamente excesivo, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelos, mediana pedregosidad superficial, texturas gruesas, suelos superficiales y deficientes precipitaciones en el segundo semestre del año (en algunas áreas); están utilizadas en agricultura con cultivos como: granos básicos (maíz, frijol), café, hortalizas (brócoli, zanahoria, cebolla), papa, arveja china, aguacate, pastos cultivados, aguacate, flores de corte, cultivos permanentes arbóreos; pastos naturales, bosque latifoliado, bosque mixto y otras especies.



Figura 5.5 Clase de tierras IV, en clima frío húmedo, con pendiente de 12 a 25%, en lomas del paisaje de altiplano, cultivadas intensamente con milpa (maíz), güicoy, güisquil, ayote (calabaza), frijol, hortalizas y papa, municipio de Sololá (Foto: J. del Cid, 2010).



Las subclases determinadas en esta clase son: IVp, IVe, IVs, IVpe, IVps, IVpes y IVes; estas se describen a continuación:

5.3.4.1 Subclase por pendiente (IVp)

Esta subclase presenta limitaciones por pendiente. Se integra por los grupos de manejo IVp-1, IVp-2, IVp-3, IVp-4 y IVp-5.

5.3.4.1.1 Grupo de manejo IVp-1

Los suelos de este grupo de manejo se ubican en las comunidades Chibaquib, Chicotiyap, Chiquilá y Chivaquir del municipio de Nahualá; aldea Pasín, Chisamayac y Chuisajcabá I del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; corresponde a este grupo la fase PYAd1 de la Consociación La Ceiba; con un área de 552 ha.

Posee un clima **semicálido muy húmedo (Y)**, en tipo de relieve de abanico de piedemonte hidro-volcánico, con pendientes fuertemente inclinadas (12 – 25%), los materiales parentales son depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), son suelos profundos, drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido y fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 94% de la superficie está ocupada por el cultivo de café bajo sombra y el 6% restante por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las principales limitantes de estas tierras son las pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera y alta retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima semicálido y diferentes ciclos de producción y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); caña de azúcar para panela; el cultivo de hortalizas con especies como el tomate, chile, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra y frutales como los cítricos. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan; así como para establecer un tipo de ganadería semi-intensiva.

Respecto al manejo de estas tierras, debe implementarse fuertes prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión hídrica como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales y/o café; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales ya que debe procurarse una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas, para ello incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis según análisis locales. Debido a la alta retención fosfórica que presentan estos suelos debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.



5.3.4.1.2 Grupo de manejo IVp-2

Se localiza en la comunidad La Toma del municipio de Nahualá, Finca Santa Teresa del municipio de San Lucas Tolimán. Las fases correspondientes a este grupo son MOAd1 de la Consociación Reservas de Santo Tomas y MOBd1 de la Consociación Nueva Providencia, con un área de 552 ha, ubicadas en un clima **templado muy húmedo (O)**, en el tipo de relieve de estrato-volcán de montaña volcano-erosional, con pendientes fuertemente inclinadas.

Estos suelos se han originado de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos y profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 96% de la superficie está ocupada por el cultivo de café bajo sombra y el 4% restante, lo ocupan áreas con bosque mixto (UPGGR, 2011). Estos suelos presentan como limitantes pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado de diferentes ciclos de producción; posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, lechuga, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, aguacate hass y nísperos. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes); así como para establecer un tipo de ganadería semi-intensiva.

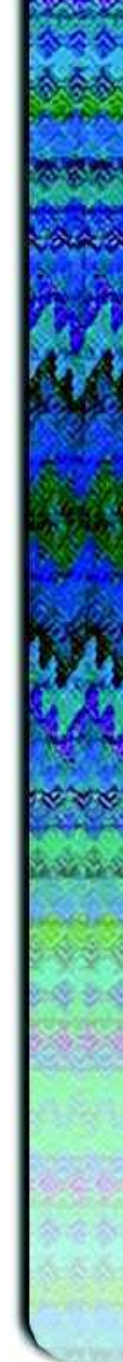
Las prácticas de manejo recomendadas incluyen fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica como siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Realizar un laboreo muy liviano para no destruir la estructura del suelo. Procurar una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia. Aplicar materia orgánica al suelo para mejorar las condiciones físicas y químicas: incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deberán establecerse con base en análisis locales en finca. Debido a la moderada retención fosfórica que presentan estos suelos, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces.

5.3.4.1.3 Grupo de manejo IVp-3

El grupo de manejo se localiza en las cercanías del Cerro Quelbaljuy y de la ensenada Remechuacaj del municipio de Santiago Atitlán; de la comunidad Tzampetey del municipio de San Antonio Palopó; cercanías de la cabecera municipal de San Pedro la Laguna. Tiene una extensión de 197 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MQBd1 de la Consociación Tzantziapa, se localiza en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-erosional; la fase MQFd1 de la Consociación Tzampetey localizada en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional y MQHd1 del Complejo Palopó que se localiza en el tipo de relieve glacis del paisaje montaña volcano-erosional. Se encuentra en el clima **templado subhúmedo (Q)**, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera.





Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos moderadamente superficiales a profundos, con drenaje moderado a bueno, texturas medias y finas, con saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad media a alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 82% está cubierto por el cultivo del café; el 3% por bosque latifoliado; el 2% por granos básicos (maíz y frijol) y el 13 % restante por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Los suelos de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera, moderada retención fosfórica y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y con diferentes ciclos de producción; posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, lechuga, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, el aguacate hass, macadamia, nísperos. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes); así como para establecer un tipo de ganadería semi-intensiva.

Se recomienda establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, para ello debe sembrarse al contorno siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Implementar cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Se debe utilizar un laboreo mínimo, dejar el suelo cubierto con material vegetal para evitar el impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en el suelo, utilizar para ello abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse utilizando planes de manejo que incluyan pastos mejorados y moderada carga animal por hectárea. Se debe evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química se recomienda aplicar Nitrógeno y Fósforo en todas las fases, en la fase MQBd1 aplicar adicionalmente Potasio, con dosis según análisis realizados a nivel de finca. Por la moderada retención fosfórica que presentan los suelos, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Necesita riego suplementario en la época seca ya sea por aspersión o goteo, debido a las texturas medias y finas que posee, se recomienda aplicar láminas de alto volumen espaciadas en el tiempo.

5.3.4.1.4 Grupo de manejo IVp-4

Este grupo de manejo está localizado en las cercanías de la comunidad Chuiquel, la cooperativa el Tablón y en las cercanías de la cabecera municipal del municipio de Sololá; finca Santa Victoria del municipio de Concepción; en las cercanías de la comunidad Agua Escondida del municipio de San Antonio Palapó; aldea Cipresales del municipio de San Juan La Laguna y en las faldas del volcán Tolimán del municipio de San Lucas Tolimán. Abarca una extensión de 415 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases ASAd1 de la Consociación Las Canoas Altas localizada en un relieve de lomas de altiplano hidro-volcánico; MSBd1 de la Consociación San Pedro, ubicada en el tipo de relieve estrato-volcán de montaña volcano-erosional; MSHd1 de la Consociación EFA-Sololá, ubicada en el tipo de relieve lomas de montaña volcano-erosional y MSKd1 de la Consociación San Andrés Semetabaj ubicada en el tipo de relieve glacis de montaña volcano-erosional.



Con clima **semifrío húmedo (S)**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos, con drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, medias y medias sobre finas, saturación de bases alta a baja, capacidad de intercambio de cationes de alta a baja, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 39% de la superficie se encuentra cultivada con granos básicos (maíz y frijol); el 31 % por el cultivo del café; el 8% por bosque mixto (pino y encino); el 3% por cultivo de hortalizas; el 3% por plantaciones de coníferas (pino y ciprés); el 2% por vegetación arbustiva baja; el 1% por el cultivo de aguacate y el 13% está cubierto por tejido urbano (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo de manejo presenta las siguientes limitaciones: pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera, moderada retención fosfórica y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima semifrío con diferentes ciclos de producción y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de la fresa, el cultivo de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, coliflor, espárrago, alcachofa, zanahoria, repollo, lechuga, cebolla, tomate y chile, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, el cultivo de arándano, aguacate hass, melocotón, mora, níspero. Asimismo posee aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Se recomienda reducir el efecto de la erosión hídrica, implementando fuertes prácticas de conservación de suelos: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración, implementar un laboreo mínimo y dejar el suelo cubierto con material vegetal para procurar que tenga una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y el movimiento del agua en el suelo, utilizar para ello abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química se recomienda aplicar Nitrógeno y Fósforo; en la fase ASAd1 aplicar adicionalmente Potasio, las cantidades a utilizar dependerán de los análisis locales en finca. Por la moderada retención fosfórica que poseen estos suelos, debe adicionarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca del área radicular. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por las texturas finas que poseen es necesario regar con láminas de alto volumen y con aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de goteo o aspersión.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.4.1.5 Grupo de manejo IVp-5

El grupo se localiza en las cercanías de las comunidades Basconcellos, Cipresales Xaxac, El Rosario, Los Encuentros, Tzorín, Xajaxac y la colonia María Tecún del municipio de Sololá. Abarca un área de 738 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos AJAd1 de la Consociación San José Chacayá, que se ubica en el tipo de relieve lomas del paisaje de altiplano hidro-volcánico, la fase AJCd1 de la Consociación Chirijox que se localiza en el tipo de relieve de abanico del paisaje de



altiplano hidro-volcánico y la fase MJLd1 de la Consociación Buena Vista, que se localiza en el tipo de relieve glacis del paisaje de montaña volcano-erosional. Se encuentra en clima **frío húmedo (J)**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), depósitos superficiales clásticos hidrovolcánicos (tefras, pómez y lodo) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos; son suelos profundos, con drenaje moderado y bueno, texturas finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases varía en el área de baja hasta alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 38% está cubierto por el cultivo de maíz; el 17% por un mosaico de cultivos (pequeñas áreas cultivadas con granos básicos intercaladas con hortalizas y otros usos); el 2% por bosque mixto (pino y encino); el 2% por bosque de pino; el 1% por hortalizas y el 40 % restante, está cubierto por tejido urbano (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera, moderada retención de fósforo en el suelo y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima frío con diferentes ciclos de producción y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de haba, hortalizas como repollo, acelga, coliflor, papa, zanahoria, entre otras. Otros cultivos posibles son plantación de frutales deciduos (manzana, pera, melocotón, ciruela), el cultivo de arándanos y la implementación de actividades de ganadería semi-intensiva.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos con el fin de reducir la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos como protección contra la erosión eólica. Utilizar labranza mínima y dejar el suelo cubierto por material vegetal para evitar la exposición de los agregados del suelo al impacto de las gotas de lluvia.

Estos suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas y químicas, para ellos aplicar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis dependerán de los análisis locales en finca. Por la moderada retención fosfórica que presentan estos suelos, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por las texturas finas que poseen es necesario regar con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

5.3.4.2 Subclase por erosión (IVe)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la erosión, los grupos de manejo son IVe-1, IVe-2 y IVe-3.

5.3.4.2.1 Grupo de manejo IVe-1

Se localiza en la Labor Sequiché y comunidad Las Cruces del municipio de San Andrés Semetabaj;



en los alrededores de las cabeceras municipales de Santa Clara La Laguna y Santa María Visitación; en el Barrio San Antonio, Colonia Miralinda, Colonia San Francisco, comunidades El Adelanto, La Esperanza y Sacsiguán del municipio de Sololá, con un área de 601 ha.

Las fases de suelos que integran este grupo de manejo son ASAc2 de la Consociación Las Canoas Altas; ASBc2 de la Consociación Santa María Visitación; MSBc2 de la Consociación San Pedro y MSHc2 de la Consociación EFA-Sololá; en el clima **semifrío húmedo (S)**, en tipos de relieve lomas y abanico de altiplano hidro-volcánico; estrato-volcán y lomas de montaña volcano-erosional; con pendientes moderadamente inclinadas (7–12%). Los suelos se han originado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo). Son suelos profundos, con drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas; saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media a alta, y erosión moderada.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 28% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 9% por el cultivo de café bajo sombra; el 9% por el cultivo de hortalizas; el 6% por bosque mixto; el 2% por bosque latifoliado, el restante 46% por tejido urbano continuo y discontinuo (UPGGR, 2011).

Estas tierras presentan las siguientes limitaciones erosión moderada, pendientes moderadamente inclinadas (7-12%), moderada retención fosfórica y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima semifrío, posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de la fresa, el cultivo de hortalizas como arveja china, alcachofa, zanahoria, espárragos, repollo, lechuga, cebolla, tomate, chile y papa, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, arándano, aguacate hass, melocotón, mora, níspero. Asimismo posee aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Respecto al manejo de estas tierras, se recomienda la implementación de fuertes prácticas de conservación de suelos tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel e instalar barreras vivas y muertas. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales y/o café; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales.

Estos suelos necesitan mejorar sus condiciones químicas y físicas (por sus texturas en general), para ello, es necesario incorporar materia orgánica, por medio de abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a sus texturas finas y moderadamente finas es necesario regar con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o por goteo.

5.3.4.2.2 Grupo de manejo IVe-2

Se localiza en la comunidad La Mesita del municipio de Nahualá; Finca Las Delicias del municipio de Santa Clara la Laguna y comunidad Xiprián del municipio de Santa María Visitación; ocupa una



superficie de 94 ha. Corresponde a las fases de suelos MJNc2 de la Consociación Barberena Oyak; MJLb2 y MJLc2 de la Consociación Buena Vista.

El clima del grupo es frío húmedo (J), en tipos de relieve glacis y vallecito de montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente inclinadas (3 – 7%) y moderadamente inclinadas (7 – 12%), se han originado de depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales y depósitos superficiales clásticos gravigénicos.

Son suelos moderadamente profundos y profundos, con drenaje moderado y bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión moderada.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 33% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 19% por el cultivo de café bajo sombra; el 18% bosque mixto; 8% por el cultivo de aguacate; 6% por mosaico de cultivos (pequeñas superficies de cultivos de granos básicos alternados con hortalizas y otros usos); 6% por plantaciones de pino; 1% por pastos naturales; 1% por espacios con vegetación escasa y el 8% restante por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Estas tierras presentan las siguientes limitaciones erosión moderada, pendientes moderadamente inclinadas, alta retención fosfórica y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); cultivo de hortalizas como papa, repollo, coliflor, lechuga, zanahoria y acelga entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son arándanos y frutales deciduos como manzana, pera, melocotón y ciruela. También tiene aptitud para el establecimiento de ganadería semi-intensiva.

Con relación al manejo de estos suelos, se recomienda la implementación de fuertes prácticas de conservación de suelos tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas. Para reducir los daños causados por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales.

Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (por sus texturas finas) y químicas, para ello, es necesario incorporar abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis aplicarlas según análisis en finca. Por la alta retención de fosfatos que posee el suelo, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a sus texturas moderadamente finas es necesario regar con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o por goteo.

5.3.4.2.3 Grupo de manejo IVe-3

Este grupo de manejo se ubica en los alrededores de la cabecera de los municipios de San Pedro La Laguna y Santa Catarina Palopó; Ensenada Xuijiyú del municipio de Santiago Atitlán; con una extensión de 207 ha; corresponde a las fases de suelos MQHc2 del Complejo Palopó y MQBc2 de la



Consociación Tzantziapa; con clima **templado subhúmedo (Q)**, en tipos de relieve glacis y estrato-volcán de montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7 – 12%). Los suelos se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son moderadamente superficiales y profundos, con drenaje moderado y bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas y finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media y alta, erosión moderada.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 40% de la superficie está ocupada por el cultivo de café bajo sombra; 10% por el cultivo de maíz; 7% por el cultivo de hortalizas; 1% por el cultivo de aguacate; 6% por áreas turísticas y arqueológicas y el 36 %, restante por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Estas tierras presentan las siguientes limitantes erosión moderada, pendientes moderadamente inclinadas y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y diferentes ciclos de producción y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, otros); el cultivo de hortalizas con especies como la arveja china, ejote francés, brócoli, minivegetales, tomate, chile, cebolla, lechuga, espárragos y zanahoria, entre otros. Otros cultivos que pueden establecerse son el café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero. A su vez, tiene aptitud para el establecimiento de plantaciones ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan, así como para establecer un tipo de ganadería semi-intensiva.

Respecto al manejo de estos suelos, debe implementarse fuertes prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión hídrica tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, instalar barreras vivas y muertas. Para minimizar los daños por la erosión eólica deben establecerse cortinas rompevientos, sobre todo si se plantan frutales y/o café; para no afectar la estructura de los agregados del suelo, se recomienda una labranza mínima y dejar el suelo cubierto con restos vegetales.

Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas y químicas, para ello, es necesario incorporar abonos verdes, restos de cosecha y abonos orgánicos. En ganadería semi-intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, moderada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, en la fase MQBc2 aplicar adicionalmente Potasio; las dosis aplicarlas según análisis en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a sus texturas moderadamente finas y finas es necesario regar con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de aspersión o por goteo.

5.3.4.3 Subclase por suelo (IVs)

Esta subclase presenta limitaciones por suelo, la integra los grupos de manejo IVs-1, IVs-2 y IVs-3.

5.3.4.3.1 Grupo de manejo IVs-1

El grupo se localiza en las cercanías de la comunidad Caxoljuyup del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; de la colonia Santa Cruz Quixayá, de las fincas Sajbiná, San José, Cacahuate, Santa Teresa y Santa Cruz Quixayá del municipio de San Lucas Tolimán. Abarca una extensión de 331 ha.





Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MOIcp1 de la Consociación Santa Anita, que se ubica en el tipo de relieve vallecito del paisaje de montaña volcano-erosional y la fase POAcp1 de la Consociación Cacahuat que se ubica en el tipo de relieve de abanico del paisaje de piedemonte hidro-volcánico. Se localiza en el clima **templado muy húmedo (O)**, en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales y depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), son suelos moderadamente profundos, bien drenados, con texturas moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 46% está ocupado por el cultivo del café bajo sombra; el 41% por pastos cultivados; el 2% por bosque latifoliado; el 1% por cultivos permanentes bajo invernadero; el 1% por vegetación arbustiva baja; el 1% por granos básicos (maíz y frijol) y el 8% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por la presencia de frecuentes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo, media pedregosidad superficial, pendientes moderadamente inclinadas, erosión ligera y moderada retención de fósforo en el suelo.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado con diferentes ciclos de producción y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); así como para el cultivo de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate y chile entre otros. Otros cultivos posibles son el cultivo café bajo sombra, macadamia, aguacate hass y nísperos. Asimismo posee aptitud para el establecimiento de plantas ornamentales (flores y follajes), hoja de mashan y para la implementación de actividades de ganadería semi-intensiva.

Se recomienda utilizar moderadas prácticas de conservación de suelos para el control de la erosión hídrica: siembra al contorno y barreras vivas. Establecer cortinas rompevientos para minimizar la erosión eólica. Practicar el laboreo mínimo ya que no se pueden mecanizar por los fragmentos en el perfil y la pedregosidad superficial. Cuidar que el suelo tenga una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, manteniendo la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar las condiciones físicas (drenaje) y propiedades químicas de los suelos: utilizar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: siembra de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo

Con respecto a la fertilización química debe aplicarse Nitrógeno y Fósforo, las dosis dependerán de los análisis locales en finca. Por la moderada retención fosfórica que presentan estos suelos, se deben aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta y colocarlas cerca del área radicular.

5.3.4.3.2 Grupo de manejo IVs-2

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de las comunidades Cerro de Oro, Chilchic-Abaj, Chocomuc, Panabaj, Pasanahí, Patzilin Abaj, Tzanchaj, Tzanchalí Cerro de Oro, Xechabac; de la finca la Providencia, labor Panabaj, lotificación Bahía de Santiago, punta Tzanchalí y Tzanjayam, sitio arqueológico Chucumuc y cabecera municipal del municipio de Santiago Atitlán; comunidad Pacoc del municipio de San Lucas Tolimán y comunidad San Gabriel del municipio de San Antonio Palopó. Abarca una extensión de 1,629 ha.



Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MQBbp1 de la Consociación Tzantziapa que se localiza en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-erosional y de la fase MQIb1 de la Consociación San Gabriel localizada en el relieve de glacis del paisaje de montaña volcano-erosional, se encuentra en el clima **templado subhúmedo (Q)**, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos; son suelos profundos, con drenaje moderado y bueno, texturas moderadamente finas sobre gruesas y finas sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 50% está ocupado por el cultivo del café; el 15% por el cultivo de maíz; el 8% por cultivo de hortalizas; el 5% por vegetación arbustiva baja; el 1% por pastos naturales; el 21% restante por tejido urbano y arenales (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por frecuente pedregosidad superficial, texturas finas sobre gruesas, moderada retención de fosfatos y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas: arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanahoria, alcachofa, lechuga y cebolla, entre otros. Otros cultivos y usos posibles: cultivo de café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero; plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y ganadería semi-intensiva.

Se debe implementar moderadas prácticas de conservación de suelos para contrarrestar la erosión hídrica: realizar siembras siguiendo las curvas a nivel y barreras vivas. Establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Utilizar una labranza mínima. Incorporar materia orgánica para mejorar las condiciones físico-químicas del suelo mediante abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha.

Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deberán establecerse con base en análisis locales en finca. Debido a la moderada retención fosfórica que presentan estos suelos, es necesario aplicar fuentes de fósforo de liberación lenta, cerca de la zona de raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a las texturas medias y finas debe aplicarse riego con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.4.3.3 Grupo de manejo IVs-3

El grupo se localiza en las cercanías de la comunidad María del Carmen y la Finca Mercedes Sucún en el municipio de San Andrés Semetabaj; alrededor del río Yatzá del municipio de Santa María Visitación. Abarca una extensión de 277 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos ASEb1 de la Consociación Secún, que se localiza en el tipo de relieve de terraza del paisaje de altiplano hidro-volcánico, la fase MSBbp1 de la Consociación San Pedro, se ubica en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-





erosional, la fase MSib1 de la Consociación Pachitur está localizada en el tipo de relieve del lomas del paisaje de montaña volcano-erosional y MSScp1 de la Consociación Valle Primavera que se localiza en el tipo de relieve vallecito del paisaje de montaña volcano-erosional. Se ubica en el clima **semifrío húmedo (S)**, en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente inclinadas (7-12%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos aluvio-columviales. Son suelos profundos, con drenaje moderado, bueno y moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, moderadamente finas sobre finas y gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de baja a alta, pH desde fuertemente ácido a neutro, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 40% está ocupado por el cultivo de maíz; el 28% por el cultivo de café; el 11% por plantaciones de pino; el 8% por bosque mixto (pino y encino); 3% por el cultivo de hortalizas; el 3% por bosque latifoliado; 1% por cultivos anuales asociados con cultivos permanentes; el 1% por bosque de pino; el 1% por espacios con vegetación escasa y maíz; el 4% restante por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan limitantes por la presencia de frecuentes fragmentos de roca en el perfil; mediana pedregosidad superficial; texturas gruesas y finas; deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

Estas tierras tienen vocación agrícola con cultivos de clima semifrío y posee aptitud para los siguientes cultivos: granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como la arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, cebolla y ajo, entre otros. Otros cultivos posibles: cultivo de fresa y mora, plantaciones de níspero, aguacate hass, arándanos y melocotón, entre otros. Asimismo, posee aptitud para la ganadería semi-intensiva.

Se recomienda establecer moderadas prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: sembrar siguiendo las curvas a nivel, implementar barreras vivas. Utilizar cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Utilizar labranza mínima para no dañar la estructura del suelo, especialmente en las fases MSScp1 y MSBbp-1, por la pedregosidad superficial y en la fase MSib1 por la presencia de fragmentos en el perfil. Asimismo, estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas en todas las fases, realizarlo mediante la incorporación de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosecha.

Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo; las dosis dependerán de análisis locales en finca. Las fases ASEb1 y MSib1 presentan moderada retención fosfórica por lo que se recomienda aplicar fuentes de Fósforo poco solubles cerca del área de raíces.

Estas tierras necesitan riego en la época seca, en las texturas medias y finas debe aplicarse riego con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo por goteo o aspersión y en la fase ASEb1 se debe regar con láminas de bajo volumen en aplicaciones frecuentes.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.



5.3.4.4 Subclase por pendiente y erosión (IVpe)

Esta subclase presenta limitantes por pendiente y erosión, los grupos de manejo que la integran son IVpe-1, IVpe-2, IVpe-3 y IVpe-4.

5.3.4.4.1 Grupo de manejo IVpe-1

El grupo se localiza en las cercanías de la comunidad Nueva Providencia y de la Finca San José la Providencia del municipio de San Lucas Tolimán. Abarca una extensión de 251 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MOAd2 de la Consociación Reservas de Santo Tomas, MOBd2 y MOBdp2 de la Consociación Nueva Providencia, localizadas en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-erosional. Se ubica en clima **templado muy húmedo (O)**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos y profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 82% esta cubierto por el cultivo del café; el 8% por bosque latifoliado; el 7% por pastos cultivados; el 1% por vegetación arbustiva baja y el 2% está ocupado por tejido urbano (UPGGR, 2011).

Las limitantes principales de este grupo son las pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanahoria, alcachofa, lechuga y cebolla, entre otros. Otros cultivos y usos posibles: cultivo de café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero; plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y ganadería semi-intensiva.

Se recomienda establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para controlar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras rompevientos para disminuir el efecto de la erosión eólica. Utilizar una labranza mínima y mantener el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la exposición del suelo desnudo al impacto de la gota de lluvia, esto es necesario para recuperar las tierras erosionadas. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar la estructura del suelo (texturas finas), para ello incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, calcular la dosis con base a análisis locales en finca. Por moderada retención fosfórica que presentan estos suelos, adicionar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, aplicar en forma cercana a las raíces.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.





5.3.4.4.2 Grupo de manejo IVpe-2

El grupo de manejo se localiza a inmediaciones de la aldea Pasajquim del municipio de San Juan La Laguna; de la comunidad Xecal, cabecera municipal del municipio de San Pedro La Laguna y parte media del volcán Tolimán del municipio de Santiago Atitlán. Abarca un área de 303 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MBGd2 de la Consociación Pasajquim, que se localiza en el tipo de relieve glacis del paisaje de montaña volcánico-erosional y MQBd2 de la Consociación Tzantziapa que se ubica en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcánico-erosional. Se localiza en el clima **templado húmedo (B)** y **templado subhúmedo (Q)**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos profundos, con drenaje bueno, texturas finas y medias sobre gruesas, saturación de bases varía en el área baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media a alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 70% está cubierto por el cultivo del café; el 20% por el cultivo de maíz; el 1% por cultivo de hortalizas; el 1% por bosque latifoliado y el 8% restante por tejido urbano. (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanahoria, alcachofa, lechuga y cebolla, entre otros. Otros cultivos y usos posibles: cultivo de café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero; plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y ganadería semi-intensiva.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para disminuir la erosión hídrica y la escorrentía: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, elaborar barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Implementar labranza mínima para proteger la estructura del suelo y mantener el suelo cubierto de materia vegetal para evitar la erosión y escorrentía. Asimismo estos necesitan la incorporación de materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (mejorar la estructura y retención de humedad) y químicas (mejorar la fertilidad en general), para ello incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.

Con respecto a la fertilización química debe aplicarse Nitrógeno y Fósforo, en la fase MQBd2 adicionalmente aplicar Potasio, las dosis se deben establecer con base a análisis locales en finca. Debido a la moderada retención fosfórica que presentan estos suelos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces.

Estos suelos necesitan riego en la época seca, por las texturas finas que presentan aplicar láminas de alto volumen y espaciadas en el tiempo, por goteo o aspersión.



La ganadería semi-intensiva debe realizarse bajo planes de manejo que incluyan el uso de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.4.4.3 Grupo de manejo IVpe-3

El grupo se localiza en las cercanías de las comunidades Chuiyá, Las Canoas Altas, Xepec, Panimatzalam y de la colonia Lomas de Atitlán del municipio de San Andrés Semetabaj; comunidad Los Yaxón, del municipio de Sololá; comunidades Palestina y Panyevan del municipio de San Juan La Laguna; comunidad Xequistel del municipio de San Antonio Palapó y comunidad La Cumbre del municipio de Concepción. Abarca una extensión de 1,145 ha.

Este grupo de manejo lo conforman las fases de suelos ASAd2 de la Consociación Las Canoas Altas, que se ubica en el tipo de relieve lomas del paisaje de altiplano hidro-volcánico, la fase MSBd2 de la Consociación San Pedro, localizada en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-erosional, las fases MSHd2 y MSHdp2 de la Consociación EFA-Sololá que se ubican en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional y MSKd2 de la Consociación San Andrés Semetabaj, que se ubica en el tipo de relieve glacis del paisaje de montaña volcano-erosional. Se localiza en el clima **semifrío húmedo (S)**, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada.

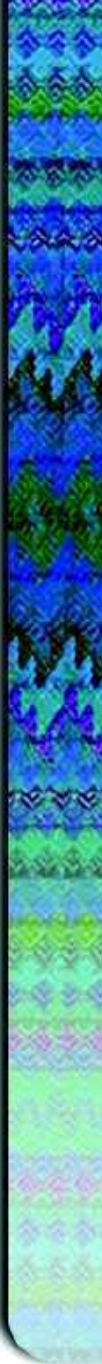
Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos, con drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 35% está ocupado por el cultivo del maíz y frijol; el 28% por el cultivo del café; el 10% por bosque mixto (pino y encino); el 10% por el cultivo de hortalizas; 1% con bosque y plantaciones de pino; 1% con bosque latifoliado y el 15% restante, está ocupado en su mayoría por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Estos suelos poseen limitantes para su uso, las principales son pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estos suelos es agrícola con cultivos de clima semifrío, los principales son: granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas con arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, repollo, tomate, chile, ajo y cebolla, entre otros. Otros cultivos posibles: café bajo sombra; plantaciones de mora, níspero y frutales deciduos (melocotón y ciruela). Asimismo, posee aptitud para ganadería semi-intensiva.

Como prácticas de manejo se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Utilizar una labranza mínima y mantener el suelo cubierto con materiales vegetales para evitar la exposición del suelo desnudo al impacto de la gota de lluvia, esto es necesario para recuperar las tierras erosionadas. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar la estructura del suelo (texturas finas), para ello incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.





Con respecto a la fertilización química debe aplicarse Nitrógeno y Fósforo, las dosis a utilizar dependen del cultivo y de los análisis locales en finca. Debido a la moderada retención fosfórica que poseen estos suelos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, para ello aplicar riego por aspersión o goteo, aplicando láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

En la ganadería utilizar planes de manejo que incluyan siembra de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.4.4.4 Grupo de manejo IVpe-4

El grupo se localiza a inmediaciones de las comunidades Chaquijchoy, Chuichimuch, María Linda y Xesaquilac del municipio de San José Chacaya; Chuisacabaj, Pacamná del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; comunidades El Progreso, El Triunfo del municipio de Sololá; Guachiaquib Palanquix Loma, Xepatuj y Patzité del municipio de Nahualá; comunidades Paxocam, San Cristóbal Buena Vista, Tzanjucup y Vista Hermosa del municipio de Santa Lucía Utatlán. Posee una extensión de 1,982 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases AJBd2 de la Consociación Nahualá, que se ubica en el tipo de relieve lomas del paisaje de altiplano hidro-volcánico, la fase AJCd2 de la Consociación Chirijox, ubicada en el tipo de relieve abanico del paisaje de altiplano hidro-volcánico, MJId2 de la Consociación Monte Los Olivos, que se localiza en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional, MJJd2 de la Consociación Alaska, las fases MJLd2 y MJLdp2 de la Consociación Buena Vista que se ubican en el tipo de relieve glacis del paisaje de montaña volcano-erosional. Este grupo se localiza en el clima **frío húmedo (J)**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos, con drenaje moderado y bueno, de texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 36% está ocupado por el cultivo del maíz; el 28% por el cultivo de café; 10% por bosque mixto (encino y pino); 10% por el cultivo de hortalizas; 1% por bosque latifoliado; 1% por vegetación arbustiva baja (matorrales) y el restante 14% está conformado en su mayoría por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Los suelos de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

Estas tierras tienen vocación agrícola con cultivos de clima frío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); para el cultivo de hortalizas como repollo, coliflor, zanahoria y papa, entre otros. Otros cultivos y usos posibles: cultivo del arándano, frutales deciduos (manzana, pera, ciruela, melocotón) y establecimiento de ganadería semi-intensiva.

Se recomienda establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para contrarrestar la erosión hídrica: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras contravientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Implementar una labranza



mínima y cuidar que el suelo tenga una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que se debe mantener el suelo con cobertura vegetal para recuperar los suelos erosionados. Incorporar materia orgánica para mejorar el drenaje y la estructura de los suelos, para ello incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis estarán en función de los análisis locales en finca. Debido a la moderada retención fosfórica que presentan estos suelos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, por las texturas finas, aplicar láminas de riego con volúmenes elevados y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por aspersión o goteo.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.4.5 Subclase por pendiente y suelo (IVps)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente y suelo. Se compone de los grupos de manejo IVps-1, IVps-2, IVps-3, IVps-4 y IVps-5.

5.3.4.5.1 Grupo de manejo IVps-1

El grupo se localiza en cercanías de las comunidades Camache Grande, Chuajij, Chuisantotomás, Pacamaxché, Pasín, Payoxajá y Tzampojuyp del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; Chuacetesicabaj, Pajocá y Yoxajá del municipio de Nahualá. Abarca una extensión de 657 ha.

El grupo de manejo está conformado por la fase de suelos PYAdp1 de la Consociación La Ceiba, que se ubica en el tipo de relieve abanico del paisaje de piedemonte hidro-volcánico. Se localiza en el clima **semicálido muy húmedo (Y)**, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), son suelos profundos, con drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, pH ligeramente ácido, fertilidad natural media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 83% está ocupado por el cultivo del café; el 8% por mosaico de cultivos (pequeñas áreas cultivadas con granos básicos intercaladas con hortalizas y otros usos; el restante 9% está ocupado en su mayoría por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, mediana pedregosidad superficial y alta retención fosfórica.

Estas tierras tienen vocación agrícola con cultivos de clima semicálido y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); caña de azúcar para panela; el cultivo de café bajo sombra. Otros cultivos y usos posibles: hoja de mashan, plantaciones de hule y ganadería semi-intensiva.

Las recomendaciones van orientadas a implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Minimizar la erosión eólica mediante el establecimiento de barreras rompevientos. Estos suelos no son mecanizables debido a la



pedregosidad superficial. Debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, para lo cual debe procurarse que estén cubiertos por materia vegetal. Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (mejorar la estructura y el drenaje interno) y sus propiedades químicas (mejorar la fertilidad en general), mediante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.

Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis deberán calcularse con base a los análisis locales en finca y requerimientos del cultivo. Debido a la alta retención fosfórica que poseen estos suelos, realizar aplicaciones con fuentes fosfóricas poco solubles, en las áreas cercanas a la raíz y de forma periódica. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.4.5.2 Grupo de manejo IVps-2

Este grupo se localiza en los alrededores de las comunidades Chiquibá, Chirijmasá, Chuachinup, Chuinagualate, Guineales, Palilic, Seyenabá, Xetulul Guineales del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; de las comunidades Pasac, Patzulim, Sajquim, Salac, Chuituj, Pacanal, Xejuyub y la laguneta Pochó del municipio de Nahualá. Abarca una extensión de 1,378 ha.

El grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MOFd1 y MOFdp1 de la Consociación Pasac, que se localiza en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional. Se ubica en el clima **templado muy húmedo (O)**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos profundos, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a moderadamente ácido, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 91% esta ocupado por el cultivo del café y el 9% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, mediana pedregosidad superficial y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanahoria, alcachofa, lechuga y cebolla, entre otros. Otros cultivos y usos posibles: cultivo de café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero; plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y ganadería semi-intensiva.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para disminuir la erosión hídrica y la escorrentía: sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, elaborar barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer cortinas rompevientos contra la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar por los fragmentos de roca en el perfil y en superficie, si se tuviera que arar, se recomienda labranza mínima para proteger la estructura del suelo y mantener el suelo cubierto de materia vegetal para evitar la erosión y escorrentía. Asimismo estos suelos necesitan



materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (mejorar la estructura y retención de humedad) y químicas (mejorar la fertilidad en general), para ello incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.

Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis se deben calcular tomando en cuenta los análisis realizados en finca. Debido a la moderada retención fosfórica que poseen estos suelos, es necesario aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.4.5.3 Grupo de manejo IVps-3

Este grupo de manejo se localiza en los alrededores de la comunidad Pachitlul del municipio de San Lucas Tolimán; de la comunidad Xeracantzi del municipio de San Pedro La Laguna; del mirador Rey Tepepul del municipio de Santiago Atitlán y la cabecera municipal de San Lucas Tolimán. Abarca una extensión de 765 ha.

La fase de suelos que conforma este grupo de manejo es MQBdp1 de la Consociación Tzantziapa, que se ubica en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-erosional, se encuentra en el clima **templado subhúmedo (Q)**, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presenta erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos profundos, con drenaje bueno, texturas medias sobre gruesas, saturación de bases baja a alta en profundidad, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad media.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 96% está ocupado por el cultivo del café y el 4% por el cultivo del maíz (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, frecuente pedregosidad superficial, presentan también deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanahoria, alcachofa, lechuga y cebolla, entre otros. Otros cultivos y usos posibles: cultivo de café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero; plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y ganadería semi-intensiva.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos. Estos suelos no pueden mecanizarse por la existencia de pedregosidad superficial, si se tuviera que arar implementar labranza mínima y dejar el suelo cubierto con material vegetal para minimizar la erosión y escorrentía. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura del suelo y el drenaje, por medio de la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.





Respecto a la fertilización química, aplicar fuentes de Nitrógeno, Potasio y Fósforo, las dosis a utilizar dependerán de los análisis locales en finca. En la época seca se debe aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión, por las texturas medias que posee aplicar láminas de alto volumen de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.4.5.4 Grupo de manejo IVps-4

Este grupo se localiza en los alrededores de la comunidad Los Morales del municipio de Sololá; las comunidades Pacuá y Xelajnom del municipio de San Juan La Laguna; Finca Santa Victoria del municipio de Concepción. Posee una extensión de 293 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MSId1 de la Consociación Pachitur que se localiza en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional, las fases MSMd1 de la Consociación Chuacruz y MSNdp1 del Complejo Xecotoj, que se localizan en el tipo de relieve glacis del paisaje montaña volcano-erosional. Se encuentra en clima **semifrío húmedo (S)**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos, con drenaje bueno y moderado, texturas moderadamente finas sobre finas y finas, saturación de bases de media a alta, capacidad de intercambio de cationes de alta a media, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 60% está cubierto por el cultivo del café; el 18% por el cultivo de maíz; el 16% por espacios con vegetación escasa; el 2% por bosque mixto (pino y encino); el 1% por vegetación arbustiva baja (matorral) y el 3% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, mediana pedregosidad superficial, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estos suelos es agrícola con cultivos de clima semifrío, los principales son: granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, repollo, tomate, chile, ajo y cebolla. Otros cultivos posibles: café bajo sombra; plantaciones de aguacate hass, níspero y mora. Asimismo, posee aptitud para ganadería semi-intensiva.

Se recomienda establecer fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras rompevientos para contrarrestar la erosión eólica. Estos suelos no permiten el laboreo por los fragmentos de roca en el perfil y la pedregosidad superficial existente, si hubiera que arar se recomienda labranza mínima y dejar cubierto el suelo con materiales vegetales para evitar la erosión, la escorrentía y el impacto de la gota de lluvia al suelo desnudo. Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar las condiciones físicas como el drenaje debido a las texturas finas y químicas para mejorar la fertilidad en general, para ello debe incorporarse abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.



Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, calcular las dosis basándose en los análisis locales en finca. Debido a la moderada retención fosfórica que posee el suelo de las fases MSMd1 y MSNdp1, aplicar fuentes de fósforo soluble en áreas cercanas a las raíces. En la época seca debe aplicarse riego, por goteo o aspersión, debido a las texturas finas que posee aplicar láminas de mayor volumen de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.4.5.5 Grupo de manejo IVps-5

El grupo de manejo se localiza en los alrededores de la comunidad Chanán del municipio de San Lucas Tolimán. Tiene una extensión de 49 ha.

Este grupo de manejo lo conforma la fase de suelos MJBd1 de la Consociación La Horqueta, el glacis se localiza como forma del terreno en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcánico-erosional. Se ubica el clima **frío húmedo (J)**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y con erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos moderadamente superficiales, con drenaje bueno, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media.

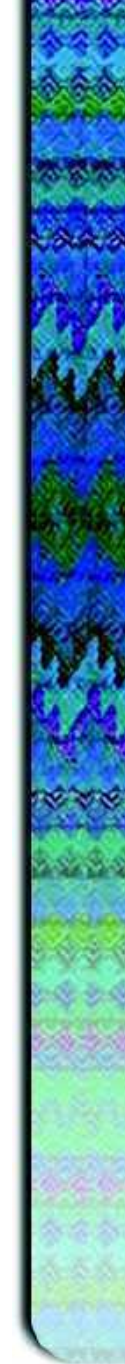
La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 60% está cubierto por bosque latifoliado; el 34% por el cultivo del maíz y el 6% por vegetación arbustiva baja (UPGGR, 2011).

Estas tierras presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, suelos moderadamente superficiales, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

Estas tierras tienen vocación agrícola con cultivos de clima frío y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); para el cultivo de hortalizas como repollo, coliflor, zanahoria y papa, entre otros. Otros cultivos y usos posibles: cultivo del arándano, frutales deciduos (manzana, pera, ciruela, melocotón) y establecimiento de ganadería semi-intensiva.

Se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica: siembra al contorno, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos. Estos suelos no deben mecanizarse por los fragmentos de roca en el perfil, si hubiera que arar, implementar una labranza mínima y cuidar que el suelo tenga una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia. Incorporar materia orgánica para mejorar las características físicas (drenaje y mejorar estructura) y químicas (mejorar la fertilidad en general) del suelo, para ello incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.

Con respecto a la fertilización química, se debe aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, las dosis deben basarse en los análisis locales. Por la moderada retención fosfórica de estos suelos aplicar fuentes de fósforo soluble en áreas cercanas a las raíces. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas medias aplicar láminas de moderado volumen y aplicaciones frecuentes, por goteo o aspersión. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.





5.3.4.6 Subclase por pendiente, erosión y suelo (IVpes)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente, la erosión y el suelo, está integrada por el grupo de manejo IVpes-1.

5.3.4.6.1 Grupo de manejo IVpes-1

El grupo se localiza en las cercanías de la comunidad Pujujil, de la colonia Tzaput Chuacruz del municipio de Sololá; de la comunidad Pachalí del municipio de San Juan La Laguna; del caserío Chicojay del municipio de San Pedro La Laguna. Abarca un área de 416 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelos MSBdp2 de la Consociación San Pedro localizada en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-erosional, la fase MSLd2 de la Consociación Sansquim y la fase MSMd2 de la Consociación Chuacruz ubicadas en el tipo de relieve glacis del paisaje de montaña volcano-erosional. Se encuentra en clima **semifrío húmedo (S)**, en pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y presentan erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos a moderadamente profundos, con drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas sobre gruesas, moderadamente finas sobre finas y moderadamente finas, saturación de bases varía de alta a media, capacidad de intercambio de cationes media, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 50% está ocupado por el cultivo de café; el 34% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 6% por bosque latifoliado; el 4% por espacios con vegetación escasa; el 2% por bosque de pino y el 4% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Estas tierras presentan limitaciones por pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, mediana pedregosidad superficial (en la fase MSBdp2), deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estos suelos es agrícola con cultivos de clima semifrío, los principales son: granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas como arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, repollo, tomate, chile, ajo y cebolla, entre otros. Otros cultivos posibles: café bajo sombra; plantaciones de aguacate hass y níspero. Asimismo, posee aptitud para ganadería semi-intensiva.

Se recomienda aplicar fuertes prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión hídrica: siembras al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Establecer barreras contravientos para evitar la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar debido a los fragmentos presentes en el perfil del suelo y la pedregosidad superficial, debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal, esta cobertura también ayuda a mantener la humedad del suelo. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y propiedades químicas de los suelos: abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.

Con respecto a la fertilización química deben realizarse aplicaciones de Nitrógeno y Fósforo, las dosis se deben calcular tomando en cuenta el requerimiento del cultivo y los análisis en finca. Por la moderada retención fosfórica que presentan los suelos, aplicar fuentes de fósforo poco soluble en áreas cercanas



a las raíces. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas finas, es necesario aplicar láminas de alto volumen de agua y en aplicaciones espaciadas, por goteo o aspersión.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan: siembra de pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.4.7 Subclase por erosión y suelo (IVes)

Esta subclase presenta limitantes relacionadas con la erosión y el suelo, los grupos de manejo que incluye la subclase son IVes-1 y IVes-2.

5.3.4.7.1 Grupo de manejo IVes-1

Se localiza en los alrededores de la comunidad Chicoyay del municipio de San Pedro La Laguna, ocupa un área de 205 ha; corresponde a estos suelos la fase MSLb2 de la Consociación Sansquim, en clima **semifrío húmedo (S)**, en el tipo de relieve glacis del paisaje montaña volcánico-erosional con pendientes ligeramente inclinadas (3 - 7%). Se han originado de depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos moderadamente profundos, drenaje bueno, texturas finas sobre gruesas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH neutro y fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 78% de la superficie está ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); 17% por bosque latifoliado; 4% por espacios con vegetación escasa y el restante 1% por el cultivo del café (UPGGR, 2011).

Las limitantes presentes en este grupo son erosión moderada, texturas finas sobre gruesas, pendientes ligeramente inclinadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estos suelos es agrícola con cultivos de clima semifrío, los principales son: granos básicos (maíz y frijol), el cultivo de hortalizas con arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, repollo, tomate, chile, ajo, cebolla, entre otros. Otros cultivos posibles: plantaciones de mora, níspero y frutales deciduos (melocotón, pera, ciruela). Asimismo, posee aptitud para ganadería semi-intensiva.

Se recomienda la implementación de fuertes prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica tales como siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel y establecimiento de barreras vivas y muertas. Es necesario establecer barreras rompevientos para reducir la erosión eólica. Se recomienda una labranza mínima y que el suelo permanezca cubierto por material vegetal para recuperar los suelos erosionados. Asimismo, procurar que el suelo tenga una mínima exposición al impacto de la gota de lluvia.

Estos suelos necesitan materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas y químicas: para ello incorporar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química debe aplicarse Nitrógeno y Fósforo, las dosis dependerán de los análisis locales en finca. Por la moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de las raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, por las texturas finas aplicar láminas con alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo. Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.





5.3.4.7.2 Grupo de manejo IVes-2

Se localiza en la comunidad Xeracantzi del municipio de San Pedro La Laguna; Cerro de Oro del municipio de Santiago Atitlán, ocupa un área de 264 ha; corresponde a estos suelos la fase MQBcp2 de la Consociación Tzantziapa, en clima templado subhúmedo (Q), en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcánico-erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7 – 12%). Se han originado de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos profundos, con drenaje bueno, de texturas medias sobre gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural media y erosión moderada.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 71% de la superficie está ocupada por el cultivo del café bajo sombra; el 28% por el cultivo de granos básicos y el restante 1% por el cultivo de hortalizas (UPGGR, 2011).

Las limitantes principales de este grupo son la erosión moderada, mediana pedregosidad superficial, pendientes moderadamente inclinadas, moderada retención fosfórica y deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es agrícola con cultivos de clima templado y posee aptitud para el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); cultivo de hortalizas con arveja china, ejote francés, minivegetales, brócoli, tomate, chile, zanahoria, alcachofa, lechuga y cebolla, entre otros. Otros cultivos y usos posibles: cultivo de café bajo sombra, macadamia, aguacate hass, níspero; plantas ornamentales (flores de corte y follaje) y ganadería semi-intensiva.

Se debe implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para contrarrestar la erosión hídrica: realizar siembras siguiendo las curvas a nivel y establecer barreras vivas y muertas. Establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica. Utilizar una labranza mínima debido a la presencia de pedregosidad superficial y mantener el suelo cubierto con material vegetal y evitar el impacto de la gota de lluvia sobre el suelo desnudo para recuperar los suelos erosionados. Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica para mejorar sus condiciones físico-químicas y recuperar el material perdido por erosión, se recomienda aplicar abonos orgánicos, establecer abonos verdes e incorporar restos de cosecha.

Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deberán establecerse con base en análisis locales en finca. Debido a la moderada retención fosfórica que presentan estos suelos, es necesario aplicar fuentes de fósforo de liberación lenta, cerca de la zona de raíces. Estas tierras necesitan riego en la época seca, debido a las texturas medias debe aplicarse riego con láminas de alto volumen y aplicaciones espaciadas en el tiempo.

Las actividades ganaderas deben realizarse bajo planes de manejo que incluyan pastos mejorados, moderada carga animal por hectárea, evitar sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.5 Tierras de la Clase V

Ocupa una superficie de **41 ha** lo que representa un **0.04%** del departamento (Figura 5.1) y se ha cartografiado en jurisdicción del municipio de Santiago Atitlán.



Esta clase tiene tierras relativamente planas pero que poseen limitaciones severas para su uso; estas limitaciones pueden modificarse pero esto implica costos económicos generalmente muy altos. Las limitaciones se refieren a encharcamientos y drenaje muy pobre. Son tierras utilizadas temporalmente en la época seca y los recursos naturales presentes, sobre todo la especie “tul” es aprovechada localmente en la confección de artesanías.

Los suelos se ubican en el tipo de relieve de rebordes de lago, en el paisaje de montaña volcánico-erosional (M); en depósitos superficiales aluvio-coluviales; en clima templado subhúmedo (Q), con precipitaciones que varían de 1,001 a 1,471 mm anuales, con altitudes comprendidas entre los 1,520 y 1,576 msnm y temperaturas medias anuales entre 18 y 20 °C. Las pendientes son ligeramente planas (0 - 3%) y no presentan erosión (Figura 5.6). Drenaje pobre, suelos muy superficiales, régimen de humedad ácuico

Las tierras de esta clase presentan *severas* limitaciones causadas por drenaje pobre, suelos muy superficiales, régimen de humedad ácuico; es uso actual está dominado por tul (junca) y vegetación arbustiva baja.



Figura 5.6 Clase de tierras V, en clima templado subhúmedo, con pendiente de 0 a 3%, delineadas en el reborde de lago, municipio de Santiago Atitlán (Foto: C. García, 2010).

Presenta la siguiente subclase:

5.3.5.1 Subclase por humedad, suelo y clima (Vhsc)

Presenta limitaciones por humedad, suelo y clima, la integra el grupo de manejo Vhsc-1.

5.3.5.1.1 Grupo de manejo Vhsc-1

El grupo se localiza en la punta Tzanxonté, Islote Tzilinabaj y Ensenada Teachuc del municipio de Santiago Atitlán. Abarca un área de 41 ha.



Este grupo de manejo está conformado por la fase de suelo MQLaz de la Consociación Bahía de Santiago, se localiza en el tipo de relieve reborde del lago del paisaje de montaña volcano-erosional. Se ubica en clima **templado subhúmedo (Q)**, en pendientes ligeramente planas (0-3%).

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos aluviales, suelos muy superficiales, con drenaje pobre, texturas finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente alcalino a extremadamente ácido, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 100% está en ocupado por tul y vegetación arbustiva baja (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por drenaje muy pobre la mayor parte del año se encuentran inundados, suelos muy superficiales, texturas finas, régimen de humedad ácuico.

Estas tierras no son aptas para actividades agrícolas y tienen vocación para la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales. Debe restringirse las prácticas agrícolas y ganaderas y mantener la vegetación natural.

5.3.6 Tierras de la Clase VI

Esta clase ocupa una superficie de **20,693 ha** correspondiente al **17.73%** del total departamental (Figura 5.1), en jurisdicción de 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.

Los suelos de esta clase de tierras tienen limitaciones muy severas que restringen la selección de plantas y requieren cuidadosas prácticas de manejo. Esta clase expresa una vocación agroforestal principalmente, con un cultivo importante desde el punto de vista socioeconómico: el café bajo sombra; asimismo, presenta vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles, donde la ganadería extensiva se realiza bajo la cobertura boscosa existente. Para su utilización es necesario establecer muy fuertes medidas de conservación de suelos que eviten la degradación y deterioro del recurso.

Los suelos se han identificado en los tipos de relieve de lomas, abanicos y vallecitos del paisaje de altiplano hidro-volcánico (A), en abanicos del paisaje piedemonte hidro-volcánico (P), en estrato-volcán, domos, filas y vigas, lomas, glacis, mesas y vallecitos del paisaje montaña volcano-erosional (M); en materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodos), depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, depósitos superficiales clásticos gravigénicos; en los climas muy frío húmedo (D), frío húmedo (J), semifrío húmedo (S), templado subhúmedo (Q), templado húmedo (B), templado muy húmedo (O) y semicálido muy húmedo (Y), con precipitaciones que varían de 1,001 a 4,115 mm anuales, con altitudes comprendidas entre los 705 y 3,287 msnm y temperaturas medias anuales entre 10 y 21 °C.

Las pendientes presentes son: ligeramente inclinadas (3-7%), moderadamente inclinadas (7-12%), fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25 – 50%). La erosión presente es ligera y moderada (Figura 5.7).



En resumen las tierras presentan muy severas limitaciones causadas por pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelos, abundante pedregosidad superficial, suelos muy superficiales, clima muy frío húmedo y deficientes precipitaciones en el segundo semestre del año (en algunas áreas); están utilizadas en agricultura con cultivos como: café bajo sombra, granos básicos (maíz, frijol), hortalizas (brócoli, zanahoria, cebolla, tomate), aguacate, hoja de mashan, papa, arveja china, pastos cultivados, aguacate, flores de corte, cultivos permanentes arbóreos; pastos naturales, bosque latifoliado, bosque mixto, matorrales y otras especies.



Figura 5.7 Clase de tierras VI. Se aprecian suelos de colores claros por bajo contenido de materia orgánica, cultivados con maíz, frijol, hortalizas. Municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: J. del Cid, 2010).

Esta clase incluye las siguientes subclases: VIp, VI_s, VI_c, VI_{ps} y VI_{pc}.

5.3.6.1 Subclase por pendiente (VIp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente, está integrada por los grupos de manejo VIp-1, VIp-2, VIp-3 y VIp-4.

5.3.6.1.1 Grupo de manejo VIp-1

El grupo se localiza en cercanías de la Finca San José Cacahuat en el municipio de San Lucas Tolimán; comunidades Capujacaché, La Buena Esperanza, Demaxajap, La Independencia, Maxanijá, Paculam y Paculam I en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Ocupa una extensión de 1,126 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MOAe1 y MOAe2 de la Consociación Reservas de Santo Tomas, localizadas en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-erosional; MOFe2, MOFep1 de la Consociación Pasac y MOGe1 de la Consociación Chipacay, se localizan en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional. Se encuentra en clima



templado muy húmedo (O), en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), los suelos son profundos, moderadamente profundos y moderadamente superficiales, con drenaje bueno, texturas moderadamente finas, moderadamente finas sobre finas y moderadamente gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 70% está ocupado por el cultivo de café; el 22% por hoja de mashan; el 3% por pastos cultivados; el 1% por bosque latifoliado; el 1% por maíz; el 1% por hule; el 1% por bosque mixto (encino y pino); el restante 1% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por sus pendientes ligeramente escarpadas, erosión ligera y moderada, moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos de clima templado, los cultivos principales son el café bajo sombra, macadamia, hoja de mashan. Otros cultivos y usos posibles son: plantaciones de aguacate hass, nísperos, persimón y ornamentales (flores de corte y follajes). Asimismo poseen vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer arveja china, ejote francés, minivegetales, acelgas, brócoli, tomate, chile y otros cultivos.

Se recomienda establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Para minimizar la erosión eólica deben plantarse barreras contravientos. Estos suelos no se pueden mecanizar y se debe evitar la exposición a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia, por lo que debe mantenerse el suelo bajo cobertura vegetal.

Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas (drenaje interno y estructura) y químicas (mejorar la fertilidad en general); para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química, aplicar fuentes de Nitrógeno y Fósforo; las fases MOFe2, MOFep1 y MOGe1 necesitan adicionalmente la aplicación de fuentes de Potasio. Las dosis dependerán de los análisis en finca. Por la moderada retención fosfórica que presentan, debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca del área radicular. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.6.1.2 Grupo de manejo Vip-2

El grupo se localiza en los alrededores de las fincas Pacaibal del municipio de San Juan la Laguna; de la finca Tzantziapa, la comunidad Xeracantzi, de la orilla del lago de Atitlán del municipio de San Pedro La Laguna, de la cabecera municipal de San Lucas Tolimán y de la comunidad Panaranjo del municipio de San Antonio Palopó. Abarca una extensión de 1,342 ha.



Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MBFe1 y MBFe2 de la Consociación Pacaibal, se localizan en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional, las fases MQBe1, MQBe2, MQBep2 de la Consociación Tzantziapa, que se localizan en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-erosional, las fases MQFe1, MQFe2 de la Consociación Tzampetey y la fase MQGe2 de la Consociación Naranjales que se localizan en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional, las fases MQHe1 y MQHe2 del complejo Palopó se localiza en el tipo de relieve glacis del paisaje montaña volcano-erosional. Se ubica en los climas **templado húmedo (B)** y **templado subhúmedo (Q)**, en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez, depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos a moderadamente superficiales, drenaje bueno y moderado, texturas finas, medias sobre gruesas y moderadamente finas sobre finas; saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 69% está ocupado por el cultivo del café bajo sombra; el 12% por el cultivo del maíz; el 8% por bosque latifoliado; el 6% por el cultivo del aguacate; el 1% por el cultivo de hortalizas; el 1% por vegetación arbustiva baja; el 1% por bosque de coníferas y pastos naturales y el 2% restante, por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2011).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos de clima templado, los cultivos principales son el café bajo sombra, macadamia, hoja de mashan. Otros cultivos y usos posibles son: plantaciones de aguacate hass, nísperos, persimón y siembra de ornamentales (flores y follajes). Asimismo poseen vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer arveja china, ejote francés, minivegetales, acelgas, brócolis, tomate, chile y otros cultivos.

Se recomienda establecer muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno, barreras vivas, muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso, realizar terrazas individuales. Para reducir el efecto de la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Estos suelos no son mecanizables. En las áreas con erosión moderada se debe evitar la exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que siempre deben estar con cobertura. Incorporar materia orgánica para mejorar la estructura, las propiedades químicas de los suelos y el movimiento del agua en las áreas con texturas finas; para ello adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, las fases MQBe1, MQBe2, MQBep2, necesitan adicionalmente Potasio. Las dosis dependerán de los análisis en finca. En los suelos que presentan moderada retención fosfórica aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a la raíz exceptuando las fases MQHe1 y MQHe2 que no presentan esta retención. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas medias y finas, es necesario aplicar láminas de alto volumen de agua y en aplicaciones espaciadas, por goteo o aspersión.



Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea y es necesario evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.6.1.3 Grupo de manejo VIP-3

Este grupo localiza a inmediaciones del barrio San Bartolo, comunidades Peña Blanca Sacsiguán, San Isidro, San Jorge la Laguna, El Potrero y Nueva Esperanza en el municipio de Sololá; de los cerros Chuichumil y Paquixtán del municipio de San Pedro La Laguna; comunidades Chacap, Montecristo, Paquib, Chitún del municipio de Santa Clara la Laguna; comunidad Chuipo del municipio de Santa María Visitación; comunidades Chuiquistel, San José Xequinabaj, Santa Rita, Ojo de Agua, Porvenir Chipop del municipio de San Antonio Palapó; comunidades Chuisajcá, Idolos, Las Canoas, Las Canoas Bajas, Patzaj, Pacamán, Tocaché, Xecotoj, Xejuyú, Pacamán, El Mirador, fincas Chuti Estancia y Tzaraya del municipio de San Andrés Semetabaj; comunidad Chuitzanchal del municipio de Santa Cruz La Laguna; comunidad Pajomil del municipio de San Marcos La Laguna; comunidades Panacal y Patzunoj del municipio de San Juan La Laguna; comunidad Xesacabaj del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; comunidad Chuinoxtin y cabecera municipal de Concepción; de la montaña Pico Santo Tomas (Pecul) del municipio de Nahualá y la parte media de los volcanes Tolimán y Atitlán. Abarca un área de 6,190 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos ASAe1, ASAe2 y ASAep2 de la Consociación Las Canoas Altas que se localizan en el tipo de relieve lomas del paisaje de altiplano hidro-volcánico, la fase MSAe2 de la Consociación Paquixtán que se localiza en el tipo de relieve domo del paisaje de montaña volcano-erosional, las fases MSBe1 y MSBe2 de la Consociación San Pedro que se localizan en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje de montaña volcano-erosional, la fase MSCe2 de la Consociación Chiriximay que se localiza en el tipo de relieve filas y vigas del paisaje de montaña volcano-erosional, las fases MSHe2, MSHe2, de la Consociación EFA-Sololá, las fases MSHe1 y MSHe2 de la Consociación Pachitur, la fase MSJe2 de la Consociación Xepec, que se localizan en el tipo de relieve lomas del paisaje de montaña volcano-erosional, las fases MSKe1 y MSKe2 de la Consociación San Andrés Semetabaj, las fases MSNe1, MSNe2 y MSNep2 del Complejo Xecotoj, que se localizan en el tipo de relieve glacis del paisaje de montaña volcano-erosional. Se ubica en el clima **semifrío húmedo (S)**, en pendientes ligeramente escarpadas (25-50%) y predomina la erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos, con drenaje moderado a moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indica que el 28% está ocupado por el cultivo del café bajo sombra; el 24% por granos básicos; el 13% por bosque mixto; el 10% por hortalizas; el 8% por bosque latifoliado; el 5% por vegetación arbustiva baja; el 5% por bosque de pino; el 2% por cultivo de hoja de mashan; el 1% por espacios con vegetación escasa y el 4% restante, por tejido urbano (UPGGR, 2011).

Estas tierras presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada, drenaje moderadamente excesivo, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal, con cultivos de clima semifrío, los cultivos principales son:



café bajo sombra, aguacate hass, persimon y níspero, deciduos: melocotón, manzana, pera, ciruela. Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal existente).

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés y minivegetales; así como ajo, zanahoria, lechuga, remolacha, brócoli, tomate, chile, haba y otros cultivos hortícolas.

Se recomienda aplicar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía: siembra al contorno siguiendo las curvas de nivel, barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración e incluso, terrazas individuales. Instalar cortinas rompevientos para reducir el efecto de la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizarse. Debido a la erosión moderada que presentan, los suelos deben estar protegidos contra el impacto de las gotas de lluvia, por lo que siempre deben estar con cobertura. La incorporación de materia orgánica sirve para mejorar la estructura, las propiedades químicas de los suelos y el movimiento del agua, por lo que se recomienda adicionar abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas.

Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis dependen de los análisis en finca. Los suelos presentan moderada retención fosfórica, exceptuando las fases MS1e1 y MS1e2, por lo que debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a la raíz. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas finas, es necesario aplicar láminas de alto volumen de agua y en aplicaciones espaciadas, por goteo o aspersión.

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.6.1.4 Grupo de manejo VIp-4

Las tierras clasificadas en este grupo se localizan en las comunidades Chinjox, Chuipatuc, Cumbre de Nahualá (Alaska), Nahualá, Pacamán, Ventana Abaj y Xeabaj, sierra Parraxquím del municipio de Nahualá; comunidad Panimaché Chiquito del municipio de San Andrés Semetabaj; cerro Chuichimuch y comunidad Chaquijchoy del municipio de San José Chacayá; comunidades Puchutiquin, Simajutiu, Tzamchaj, Xepiacul y montaña Pachiyut del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; comunidades Chuicruz, Chuimachá, Tzantinamit y Xepec del municipio de Santa Lucía Utatlán; comunidades de Choacorrall, El Mirador, El Rancho, La Fe IV, La Fe Sector I, La Fe Sector III, Sacbichol, San Francisco, San Juan, Sector Coxon, Panujil II (Sector II), Vista Hermosa y Xaquijyá del municipio de Sololá; finca las Delicias del municipio de Santa Clara la Laguna y paraje Chanán entre los volcanes de Tolimán y Atitlán de los municipios de Santiago Atitlán y San Lucas Tolimán. Tiene un área de 7,063 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos siguientes: AJAe1, AJAe2 de la Consociación San José Chacayá; AJBe2 de la Consociación Nahualá; AJCe2 de la Consociación Chirijox en tipo de relieve de lomas y abanico en paisaje de altiplano; MJAe1 y MJAep1 de la Consociación Atitlán; MJEe1 de la Consociación Xepatán, MJFe1 de la Consociación Miramar; MJJe2 y MJJep2 de la Consociación Monte Los Olivos; MJJe1, MJJe2 de la Consociación Alaska; MJKe2 de la Consociación Xajaxac; MJLe1 y MJLe2 de la Consociación Buena Vista; en tipos de relieve de filas y vigas, lomas, glacis y estrato-volcán del paisaje montaña volcano-erosional, todas localizadas en clima **frío húmedo (J)**, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión ligera y moderada.



Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos y moderadamente profundos, con drenajes moderadamente bueno, bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio catiónico media a alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad baja, alta y muy alta.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 31% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto; el 31% por maíz y frijol; el 6% por mosaico de cultivos (pequeñas superficies de cultivos de granos básicos alternados con hortalizas y otros usos); el 6% por vegetación arbustiva, el 4% por bosque latifoliado; el 8% por tejido urbano y discontinuo; el 4% por hortalizas, 5% por bosque de coníferas; el 3% por pastos naturales, el 1% por café y el 1% de espacios con vegetación escasa (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas, erosión moderada, drenaje moderadamente excesivo, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima frío, tales como: manzana, pera, melocotón, ciruela, cultivos de mora, arándanos,. Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal existente).

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas, es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer papa, alcachofa, brócoli, repollo, coles y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y disminuir la escorrentía, siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, así como establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía por lo que es muy importante que los suelos estén cubiertos por materiales vegetales.

Debe incorporarse materia orgánica a estos suelos para mejorar su estructura y otras propiedades físicas y químicas, por lo que se recomienda la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas, esta práctica también ayuda a mejorar el movimiento del agua a través del perfil, en las áreas donde existen texturas finas. Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo; en las fases MJJe1 y MJJe2, aplicar adicionalmente Potasio. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

Debido a la moderada retención fosfórica que ejerce el suelo sobre este elemento debe aplicarse fertilizantes fosfóricos de liberación lenta cerca al área radicular. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas finas, es necesario aplicar láminas de alto volumen de agua y en aplicaciones espaciadas, por goteo o aspersión.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea y evitando el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.



5.3.6.2 Subclase por suelo (VIs)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con el suelo. Esta subclase está integrada por los grupos de manejo VIs-1, VIs-2, VIs-3 y VIs-4.

5.3.6.2.1 Grupo de manejo VIs-1

Se encuentra a inmediaciones de Totolyá Finca Santo Tomas Perdido del municipio de San Lucas Tolimán. Tiene un área de 53 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase MOAdp2 de la Consociación Reservas de Santo Tomás y localizado en un clima **templado muy húmedo (O)**, en el tipo de relieve estrato-volcán, del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), presenta erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión moderada.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 100 % de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café bajo sombra. (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por abundante pedregosidad superficial y pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos de clima templado, los cultivos principales son el café bajo sombra, macadamia, aguacate hass. Otros cultivos y usos posibles son: persimon, nísperos y hoja de mashan; siembra de plantas ornamentales (flores y follajes). Asimismo, poseen vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría establecer arveja china, ejote francés, minivegetales, acelgas, brócolis, cebolla, tomate, chile y otros cultivos.

Como prácticas de manejo se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y disminuir escorrentía, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas (utilizar las piedras en superficie para elaborarlas), acequias de ladera y pozos de infiltración e incluso elaborar terrazas individuales. Asimismo, es necesario establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse los suelos cubiertos con materiales vegetales.

Estos suelos necesitan incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y sus propiedades químicas; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo, las dosis deberán ser calculadas con base en análisis locales en finca. Debido a la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos es necesario agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares.





Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.6.2.2 Grupo de manejo VIs-2

Se encuentra a inmediaciones de las comunidades Jucanyá, Panajachel, lotificación San Buenaventura y Finca Natividad del municipio de Panajachel; colonia Xejuy, fincas Pampojilá, Paxán, Santa Alicia, Venecia, comunidades Porvenir, Tierra Santa, La Puerta, Pachujilá, San Lucas Tolimán, San Martín y microparciamiento agrario Pampojilá del municipio de San Lucas Tolimán; comunidad San Marcos La Laguna; San Pablo La Laguna; comunidades de Ixtahuacán, Panguiney, Patzité Centro del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; comunidades Jaibalito y Tzununá del municipio de Santa Cruz La Laguna; comunidad Punta Tzanhuacal del municipio de Santiago Atitlán y Finca Jaibal del municipio de Sololá. Tiene un área de 1,714 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases MBAb2, MBAc1, MBAd2 y MBAdp2 de la Consociación Antigua Tierra Santa; MBFdp1 de la Consociación Pacaibal; MQBdp2 de la Consociación Tzantziapa; MQKb1, MQKbp1, MQKc1 y MQKcp1 de la Consociación El Jaibal; PQAbp1 y PQAdp1 de la Consociación Reserva Pachut, localizados en los climas **templado húmedo (B)** y **templado subhúmedo (Q)**, en los tipos de relieve estrato-volcán, lomas y vallecito del paisaje montaña volcano-erosional y abanico del paisaje de piedemonte hidro-volcánico, con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%), moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales y depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefra, pómez y lodo), son suelos muy superficiales, superficiales y profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, medias sobre gruesas, moderadamente gruesas y gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes muy baja a alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, erosión ligera y moderada.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 51% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café; el 3% por pastos naturales; el 3% por el cultivo de maíz; el 3% por vegetación arbustiva baja; el 3% por mosaico de cultivos (pequeñas superficies de cultivos con granos básicos, alternados con hortalizas y otros usos); el 3% por ríos; el 2% por pastos cultivados; 1% por bosque de latifoliado; el 1% por áreas turísticas, arqueológicas, 1% por hortalizas, 1% por bosque mixto y el 28% restante, por tejido urbano continuo y discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones relacionadas con profundidad efectiva muy superficial, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, erosión de ligera a moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos de clima templado, los cultivos principales son el café bajo sombra, macadamia. Otros cultivos y usos posibles son: plantaciones de aguacate hass, nísperos, persimón y siembra de plantas ornamentales (flores y follajes). Asimismo, poseen vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva manteniendo la cobertura forestal).

Para el establecimiento de granos básicos (maíz y frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente. Solo en estas condiciones, se podría



establecer arveja china, ejote francés, minivegetales, acelgas, brócolis, tomate, chile, cebolla y otros cultivos.

Como prácticas de manejo se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y disminuir la escorrentía, con medidas como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, estableciendo barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Asimismo, es necesario establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. Estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse los suelos cubiertos con materiales vegetales.

Estos suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mejorar la estructura, mejorar el drenaje interno y sus propiedades químicas (incrementar la fertilidad en general); para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Fósforo (en la fase MQBdp2 aplicar adicionalmente Potasio). Las dosis deberán ser calculadas con base en análisis locales en finca. Debido a la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos (exceptuando las fases MQKb1 MQKbp1, MQKc1 y MQKcp1 que no presentan esta característica), es necesario agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares. Estos suelos necesitan riego en la época seca, en las texturas medias, es necesario aplicar láminas de alto volumen de agua y en aplicaciones espaciadas y en las texturas gruesas aplicar láminas de bajo volumen, de manera frecuente, ya sea por goteo o aspersión.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.6.2.3 Grupo de manejo VIIs-3

Se encuentra a inmediaciones de las comunidades Cerro de las Minas y la cabecera del municipio de San José Chacayá; comunidad Aquisic del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; comunidad Chuaxic y colonia Piedra Blanca del municipio de Sololá. Tiene un área de 494 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases MSHdp1 de la Consociación EFA-Sololá; MSKdp2 de la Consociación San Andrés Semetabaj y MSOc1 de la Consociación Panajachel, localizados en el clima **semifrío húmedo (S)**, en tipos de relieve lomas, glacis y mesa del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) y fuertemente inclinadas (12-25%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), depósitos superficiales clásticos gravigénicos y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos muy superficiales y profundos, drenaje bueno, texturas finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de alta a baja, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta, y erosión ligera y moderada.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 20% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por bosque mixto; 23% por el cultivo de maíz; 32% por el cultivo de hortalizas; 4% por bosque de pino; el 3% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 2% por vegetación escasa; el 2% por aguacate; el 1% por pastos naturales y 13% restante, por tejido urbano continuo y discontinuo (UPGGR, 2010).



Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por ser suelos muy superficiales y presentar abundante pedregosidad superficial; a su vez tienen erosión ligera a moderada; deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima semifrío, tales como: café bajo sombra, macadamia, así como otros cultivos: mora, aguacate hass, nísperos, plantas ornamentales (flores de corte y follaje). Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área).

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, espárragos, tomate, chile y otros cultivos hortícolas.

Como prácticas de manejo se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y disminuir la escorrentía, con medidas como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento de barreras vivas, muertas (utilizar las piedras en superficie para elaborarlas), acequias de ladera y pozos de infiltración, elaborar terrazas individuales. Asimismo, es necesario establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal para evitar la erosión y escorrentía.

Estas tierras necesitan materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas (estructura y drenaje interno) y químicas (incremento de la fertilidad en general) de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química aplicar fuentes de Nitrógeno y Fósforo; por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales, las dosis deberá ser calculadas con base en análisis locales en finca. Estos suelos necesitan riego en la época seca, por sus texturas finas, es necesario aplicar láminas de alto volumen de agua y en aplicaciones espaciadas, por goteo o aspersión.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.6.2.4 Grupo de manejo VIs-4

Las tierras clasificadas en este grupo se localizan en las comunidades Chinahualá y Xequé; municipio de Nahualá, comunidad Nueva Esperanza del municipio de San José Chacayá; comunidad Santa Rita y Finca Santa Rita del municipio de Santa Lucía Utatlán y comunidades Argueta, Durazno, Xibalbay y Xocom, fincas Alayo y San Juan Argueta del municipio de Sololá. Tiene un área de 648 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases AJEb1 y AJEbp1 de la Consociación Argueta; AJFbp1 y AJFcp1 de la Consociación Río Nahualate y MJLdp1 de la Consociación Buena Vista, localizado en el clima **frío húmedo (J)**, en los tipos de relieve vallecito de Altiplano hidro-volcánico y glacis de montaña volcano-erosional, con pendientes de ligeramente inclinadas (3-7%) a fuertemente inclinadas (12-25%), presentan erosión ligera.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos superficiales y profundos, drenaje bueno y



moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas sobre finas y moderadamente gruesas sobre gruesas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja y alta, pH de moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural de media a alta y erosión ligera.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 30% de la superficie del grupo de manejo esta ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 14% por mosaico de cultivos (pequeñas superficies de cultivos de granos básicos alternados con hortalizas y otros usos); el 11% por bosque mixto; el 10% por el cultivo de hortalizas; el 3% espacios con vegetación escasa; el 1% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 2% por instalaciones deportivas y el 29% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitantes: abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, abundante pedregosidad superficial (menos en la fase AJEb1), suelos superficiales en las fases AJFbp1 y AJFcp1, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima frío, tales como plantaciones de deciduos (manzana, pera, melocotón, ciruela), plantaciones de mora, arándanos y frambuesa. Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas como la papa, coles, repollo, brócoli, apio, espinaca y otras especies hortícolas, es indispensable realizar las siguientes modificaciones: en las fases AJEb1, AJEbp1 y AJFbp1 retirar los fragmentos de roca en la superficie y establecer barreras muertas con ese material; en la fase MJLdp1 realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente y establecer pasto u otra especie en los taludes. Solo bajo estas condiciones sería posible el cultivo de estas especies.

Como prácticas de manejo se recomienda implementar moderadas prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y disminuir la escorrentía, tales como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas (utilizar las piedras en superficie para elaborarlas); en la fase MJLdp1 elaborar adicionalmente terrazas individuales, acequias de ladera y pozos de infiltración. Asimismo, es necesario establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal.

Estas tierras necesitan incorporar materia orgánica para mejorar su propiedades físicas (mejorar la estructura y drenaje interno) y químicas (mejorar la fertilidad); para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, por la moderada retención de fosfatos agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales, las dosis deberán ser calculadas con base en análisis locales en finca. Necesita riego en época seca, por las texturas finas que poseen aplicar láminas de altos volúmenes de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo, por medio de goteo o aspersión.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitando el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.





5.3.6.3 Subclase por clima (VIc)

Esta subclase presenta limitaciones por clima y está integrada por el grupo de manejo VIc-1.

5.3.6.3.1 Grupo de manejo VIc-1

Las tierras clasificadas en este grupo se localizan en las comunidades, Pabinalá, Pacorral I, Pacutamal, Parraxquim, Xeabaj I y Xetinitmit del municipio de Nahualá. Tiene un área de 544 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por la fase MDBd1 de la Consociación Tolimán y MDCd2 de la Consociación Chiquix, localizados en el clima **muy frío húmedo (D)**, en los tipos de relieve estrato-volcán y lomas de montaña volcano-erosional, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%), presentan erosión ligera a moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez), son suelos profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media y alta, pH de fuertemente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural de media a alta, erosión ligera y moderada.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 72% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz, frijol); el 6% por pastos naturales; el 5% por bosque mixto; el 3% por el cultivo de café y 14% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitantes un clima muy frío húmedo, pendientes fuertemente inclinadas, erosión ligera a moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima muy frío, tales como plantaciones de deciduos (manzana, pera, melocotón, ciruela), plantaciones de mora, arándanos y frambuesa. Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente; asimismo, es indispensable para sembrar hortalizas como la papa, coles, repollos, brócoli, apio, espinaca y otras especies hortícolas de clima muy frío.

Como prácticas de manejo se recomienda implementar fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y disminuir la escorrentía, se recomienda la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecimiento de barreras vivas y muertas. Asimismo, es necesario establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. En forma general, estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia, por lo que debe mantenerse la cobertura vegetal. Incorporar materia orgánica para mejorar el movimiento de agua en las texturas moderadamente finas y otras propiedades físicas y químicas de los suelos; para ello es importante la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas. Respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo; en la fase MDCd2 aplicar adicionalmente Potasio; por la moderada retención de fosfatos que presentan estos suelos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales, las dosis deberán ser calculadas con base en análisis locales en finca.



Necesita riego en la época seca (que también es la época con amenaza de heladas), por las texturas moderadamente finas que poseen, es necesario aplicar láminas con elevado volumen de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo. El riego es un elemento de mitigación para el riesgo de heladas en estas tierras.

Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.6.4 Subclase por pendiente y suelo (VIps)

Esta subclase presenta limitaciones por pendiente y suelo, está integrada por los grupos de manejo VIps-1 y VIps-2.

5.3.6.4.1 Grupo de manejo VIps-1

Se encuentra a inmediaciones de la cabecera del municipio de San Antonio Palopó y Santa Catarina Palopó; de la comunidad Tzalamabaj del municipio de San Lucas Tolimán. Tiene un área de 494 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases de suelos MBAe1, MBAe2 y MBAep1 de la Consociación Antigua Tierra Santa; MQBep1 de la Consociación Tzantziapa y MQHep2 del complejo Palopó, localizadas en los climas **templado húmedo (B)** y **templado subhúmedo (Q)**, en los relieves estrato-volcán y glacis de montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, los suelos son profundos, superficiales y moderadamente superficiales, drenaje moderado, bueno y moderadamente excesivo, texturas medias sobre gruesas, moderadamente gruesas y finas, de saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de muy baja a alta, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino, fertilidad natural alta y media, erosión ligera y moderada.

La cobertura vegetal y uso actual de estas tierras indican que el 59% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café bajo sombra; 13% por bosque latifoliado; el 11% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 3% por el cultivo de hortalizas; el 2% por pastos naturales; el 2% por el cultivo de granos básicos (maíz, frijol); 1% por plantaciones de coníferas; el 5% por tejido urbano continuo y el 4% restante, por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos de roca en el perfil del suelo, abundante pedregosidad superficial, erosión ligera y moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima templado, tales como café bajo sombra y macadamia; otros cultivos posibles son el aguacate hass, persimón, nísperos, cultivo de ornamentales (flores de corte y follajes bajo invernadero). También presentan vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles: ganadería extensiva con establecimiento de pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, tomate, chile y otros cultivos hortícolas.



Como prácticas de manejo se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y escorrentía, siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, así como establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer barreras contravientos para reducir la erosión eólica. Estos suelos no se pueden mecanizar y debe cuidarse que los agregados del suelo no estén expuestos a la acción erosiva del impacto de la gota de lluvia y a la escorrentía; en las áreas con erosión moderada (fase MBAe2 y fase MQHep2) es muy importante mantener la cobertura vegetal.

Se debe incorporar materia orgánica para mejorar la estructura y otras propiedades físicas y químicas de los suelos, por lo que se recomienda la adición de abonos orgánicos, abonos verdes y restos de cosechas, esta práctica también ayuda a mejorar el movimiento del agua a través del perfil, en las áreas donde existen texturas finas. Respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno y Fósforo; aplicar adicionalmente Potasio en la fase MQBep1. Por la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos (exceptuando la fase MQHep2), agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Estas tierras necesitan riego en la época seca, aplicar láminas de volúmenes moderados de agua con aplicaciones frecuentes, por medio de goteo o aspersión

Las actividades silvopastoriles son de tipo extensivo, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y pisoteo excesivo.

5.3.6.4.2 Grupo de manejo Vips-2

El grupo de manejo se encuentra en los alrededores de la comunidad Xetnamit del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; del cerro Chuichumil del municipio de San Pedro La Laguna y del Cerro Chueminix del municipio de Sololá. Tiene un área de 583 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases MSBep2 de la Consociación San Pedro, MSKep1 y MSKep2 de la Consociación San Andrés Semetabaj y MSNep1 del complejo Xecotoj, localizadas en el clima **semifrío húmedo (S)**, en los tipos de relieve de estrato-volcán y glacis del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos, drenaje moderado, bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente finas sobre finas, saturación de bases media a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 38% de la superficie del grupo de manejo está ocupado por bosque latifoliado; el 21% por granos básicos (maíz, frijol), el 19% por el cultivo de café bajo sombra; el 11% por vegetación arbustiva baja; el 9% por bosque mixto; 1% por el cultivo de hortalizas y el 1% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por presentar pendientes ligeramente escarpadas, abundante pedregosidad superficial, erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.



La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima semifrío, tales como: café bajo sombra, macadamia, así como otros cultivos: aguacate hass, nísperos, siembra de ornamentales (flores de corte y follaje). Asimismo, posee vocación para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con ganadería extensiva, pastos mejorados bajo la cobertura boscosa existente y con una moderada carga animal por área.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) y el cultivo de hortalizas es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar arveja china, ejote francés, minivegetales, zanahoria, lechuga, remolacha, espárragos, tomate, chile y otros cultivos hortícolas.

Se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y la escorrentía, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales en cada planta. Establecer barreras contravientos para minimizar la erosión eólica. Por sus limitantes estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse una cobertura vegetal. Necesitan materia orgánica para mejorar sus características físicas y químicas, para ello incorporar los restos de cosechas, abonos verdes y abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química aplicar Nitrógeno y Fósforo, por la moderada retención de fósforo que poseen estos suelos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las raíces. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca. Necesita riego en época seca, por las texturas finas que posee aplicar láminas de volúmenes altos de agua en intervalos espaciados en el tiempo, por medio de goteo o aspersión. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

5.3.6.5 Subclase por pendiente y clima (VIpc)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente y el clima, está integrada por el grupo de manejo VIpc-1.

5.3.6.5.1 Grupo de manejo VIpc-1

El grupo de manejo se encuentra a inmediaciones de las comunidades Chiquix, Montaña Siete Cruces y Nuevo Pacorral II del municipio de Nahuálá. Tiene un área de 442 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase MDCe2 de la Consociación Chiquix, localizadas en el clima **muy frío húmedo (D)**, en el tipo de relieve de lomas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), son suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes media, pH fuertemente ácido a ligeramente ácido, fertilidad media.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 63% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de granos básicos (maíz, frijol); el 17% por bosque mixto; el 6% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 3% por pastos naturales; 1% por bosque de pino y el 10% restante, por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).



Las tierras de este grupo de manejo presentan limitaciones por pendientes ligeramente escarpadas, clima muy frío, erosión moderada, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es agroforestal con cultivos permanentes de clima muy frío, tales como el cultivo de frutales deciduos como manzana, pera, durazno y ciruela, cultivos de frambuesa y mora. Las actividades silvopastoriles deben realizarse en forma extensiva, con pastos cultivados, con moderada carga animal por hectárea, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.

Para el establecimiento de granos básicos (maíz, frijol) es indispensable realizar terrazas de banco con el declive contra la pendiente, solo en estas condiciones se podría sembrar granos básicos y hortalizas como repollo, coliflor, papa, haba entre otros.

Se recomienda realizar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica y disminuir la escorrentía, sembrar al contorno siguiendo las curvas a nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y terrazas individuales. Establecer barreras contravientos para minimizar la erosión eólica. Por sus limitantes estas tierras no se pueden mecanizar y debe cuidarse que tengan una mínima exposición al impacto de las gotas de lluvia por lo que debe mantenerse una cobertura vegetal. Necesitan materia orgánica para mejorar su estructura, mejorar la fertilidad natural y el movimiento de agua en el suelo, para ello incorporar los restos de cosechas, abonos verdes y abonos orgánicos.

Con respecto a la fertilización química, aplicar Nitrógeno, Fósforo y Potasio, por la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

Necesita riego en la época seca (que también es la época con amenaza de heladas), por las texturas finas que poseen, es necesario aplicar láminas con elevado volumen de agua y aplicaciones espaciadas en el tiempo. El riego es un elemento de mitigación para el riesgo de heladas en estas tierras.

5.3.7 Tierras de la Clase VII

Esta clase agrológica de tierras ocupa una superficie de **31,073 ha** que representa el **26.63%** del total departamental (Figura 5.1), en jurisdicción de 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.

Las limitaciones de los suelos de esta clase de tierras son muy severas; corresponden a una o más de las siguientes: pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, abundantes fragmentos en el suelo, abundante pedregosidad superficial, temperaturas bajas o drenaje muy pobre, por lo cual no son aptos para actividades agropecuarias. Son aptos para bosques de producción, manejo de bosques naturales bajo planes de manejo, para la conservación de especies arbustivas o arbóreas, vida silvestre y protección de cañones y cañadas.

En casos excepcionales se pueden utilizar en cultivos específicos como cultivos densos (plantas forrajeras), permanentes o semibosque o multiestrata (café), permanentes especiales (cítricos, mangos,



aguacates y plantaciones forestales (pino, ciprés, etc.), bajo prácticas intensivas de conservación de suelos tendientes a prevenir y controlar erosión. La cobertura vegetal permanente de todos los estratos es indispensable y necesaria debido a la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro.

Los suelos se han identificado en los tipos de relieve de cañones y cañadas del paisaje de altiplano hidro-volcánico (A), en cañones y cañadas del paisaje piedemonte hidro-volcánico (P), en estrato-volcán, domos, filas y vigas, glacis, cañones y cañadas y escarpes del paisaje montaña volcano-erosional (M); en materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en rocas graníticas (granito y granodiorita) y depósitos superficiales clásticos gravigénicos; en los climas: muy frío húmedo (D), frío húmedo (J), semifrío húmedo (S), templado subhúmedo (Q), templado húmedo (B), templado muy húmedo (O), semicálido muy húmedo (Y), templado muy húmedo a templado húmedo (C), templado subhúmedo a semifrío húmedo (C), semicálido muy húmedo a frío húmedo (C), semifrío húmedo a frío húmedo (C); con precipitaciones que varían de 1,001 a 4,600 mm anuales, con altitudes comprendidas entre los 633 y 3,528 msnm y temperaturas medias anuales entre 10 y 23 °C.

Las pendientes presentes son ligeramente inclinadas (3-7%), fuertemente inclinadas (12-25%), ligeramente escarpadas (25-50%) y moderadamente escarpadas (50-75%). Estas tierras presentan erosión ligera, moderada y severa (Figura 5.8).



Figura 5.8 Clase de tierras VII, en clima templado subhúmedo, con pendientes de 50 a 75%; municipio de San Antonio Palopó, el cual se encuentra en zona de alto riesgo por los deslizamientos frecuentes que se presentan en el área circundante del lago de Atitlán (Foto: W. González, 2010).

En resumen las tierras presentan muy severas limitaciones causadas por pendientes moderadamente escarpadas, extremadamente abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, clima muy frío húmedo y deficientes precipitaciones en el segundo semestre del año (en algunas áreas); están utilizadas principalmente con especies forestales de producción (bosque latifoliado, bosque mixto, bosque de



pino); otros cultivos en menor extensión son los sistemas agroforestales (café bajo sombra), granos básicos (maíz, frijol), matorrales y pastos naturales.

Esta clase incluye las siguientes subclases: VIIp, VIIe, VIIpe, VIIpes y VIIes.

5.3.7.1 Subclase por pendiente (VIIp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente; está integrada por los grupos de manejo VIIp-1, VIIp-2, VIIp-3, VIIp-4, VIIp-5 y VIIp-6.

5.3.7.1.1 Grupo de manejo VIIp-1

Las tierras de este grupo se localizan en la finca Monte Quiná y cerro La Coronita del municipio de Santiago Atitlán. Tiene un área de 997 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases MYAfl y MYAfp2 de la Consociación Monte Quiná, localizados en el clima **semicálido muy húmedo (Y)**, en el tipo de relieves filas y vigas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), son suelos profundos, drenaje moderadamente excesivo, texturas medias, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH neutro, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 57% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por bosque latifoliado; el 37% por el cultivo de café bajo sombra; el 5% por plantaciones de macadamia y el 1% por vegetación arbustiva baja (matorral) (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante las pendientes moderadamente escarpadas, frecuente pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal de producción, para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible bajo severas prácticas de conservación de suelos es el cultivo de café bajo sombra.

Para realizar las actividades forestales, se recomienda implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica, tales como mantener el sotobosque y la hojarasca, realizar barreras muertas y acequias de ladera. El aprovechamiento forestal realizarlo en época seca y efectuarlo bajo un plan de manejo que establezca todas las medidas a adoptar para el manejo sostenible del bosque y su recuperación. Para mantener la masa boscosa se recomienda establecer medidas para control de incendios.

Para la plantación de café bajo sombra se recomienda implementar severas prácticas de conservación de suelos, realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y la plantación realizarla sobre terrazas individuales. Debe mantenerse cobertura vegetal como sombra del café y establecer cortinas rompevientos.

Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, por lo que se debe mantener la hojarasca y aplicar abonos orgánicos; con referencia a los fertilizantes químicos necesitan aporte de Nitrógeno,



Fósforo y Potasio. Debido a la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

5.3.7.1.2 Grupo de manejo VIIp-2

Las tierras se localizan en las comunidades Calera, Chijimasa, Chuicomo, Panquiney, Senyebaj, Xejac y Xejmasá del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; fincas Monte Quiná, El Rosario, Santa Amalia, El Carmen Metzabaj del municipio de Santiago Atitlán. Tiene un área de 2,758 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por la fase MOAf1 de la Consociación Reservas de Santo Tomas; MOCf1, MOCfpr1, MOCfr1 y MOCfr2 de la Consociación Metzabal; MODfr1 de la Consociación Santa Teresa; MOEf1, MOEf2, MOEfpr1 y MOEfr1 de la Consociación La Providencia; POCfp1 de la Consociación Nueva Vida, localizados en el clima **templado muy húmedo (O)**, en los tipos de relieve estrato-volcán, filas y vigas del paisaje montaña volcano-erosional, escarpe del paisaje piedemonte hidro-volcánico, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez), rocas graníticas (granito, granodiorita) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos moderadamente superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente gruesas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 48% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por el cultivo de café; el 36% por bosque latifoliado; el 5% por plantaciones de macadamia; el 4% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 3% por hoja mashan; el 1% por bosque mixto; 2% por el cultivo de granos básicos (maíz, frijol) y 1% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante pendientes moderadamente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, drenaje moderadamente excesivo y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal con aptitud para el establecimiento de actividades forestales de producción como plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible bajo severas prácticas de conservación de suelos es el cultivo de café bajo sombra y plantación de macadamia.

Deben aplicarse muy fuertes medidas de conservación de suelos, debe mantenerse la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica y mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía. En las plantaciones forestales, plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Todas las actividades forestales deben estar bajo un plan de manejo, el aprovechamiento del bosque deberá realizarse en la época seca y deberá contarse con planes contra incendios forestales. Para la plantación de café bajo sombra se recomienda implementar severas prácticas de conservación de suelos, realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y la plantación realizarla sobre terrazas individuales. Debe mantenerse arboles de sombra para el café y establecer las plantaciones de macadamia. Para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos.



Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, por lo que se debe mantenerse la hojarasca y el sotobosque; respecto a los fertilizantes químicos necesitan el aporte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca. Por la moderada retención de fosfatos que presentan, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares, con dosis basadas en análisis en finca.

5.3.7.1.3 Grupo de manejo VIIp-3

Las tierras se localizan en la comunidad Panaranjo del municipio de San Antonio Palopó; comunidad Tzanjay del municipio de San Juan La Laguna; comunidad Pachitulul, lotificación Santa Alicia del municipio de San Lucas Tolimán, cerro Chuitinamit del municipio de San Pedro La Laguna; comunidad Patzité del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; comunidad Pahuacal, ensenada Patzajayé, Cerro de Oro y mirador Rey Tepepul del municipio de Santiago Atitlán. Tiene un área de 3,246 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases MBAf1 y MBAf2 de la Consociación Antigua Tierra Santa; MBBf1, MBBfp1, MBBfpr1, MBBfr1 y MBBfr2 de la Consociación Santiago Atitlán; MBEf2 de la Consociación Antigua Santa Catarina; MCAf1 y MCAf2 de la Consociación La Torre; MQAfp2 de la Consociación Cerro de Oro; MQBf2 de la Consociación Tzantziapa; MQCf2, MQCfp1 y MQCfp2 de la Consociación Chichivoy y MQEfp2 de la Consociación Panaranjo, localizados en los climas **templado húmedo (B)**, **templado subhúmedo (Q)** y **templado muy húmedo a templado húmedo (C)**, en los tipos de relieve estrato-volcán, filas y vigas y domo del paisaje de montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez), rocas graníticas (granito, granodiorita), son suelos superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas sobre finas, medias sobre gruesas y moderadamente gruesas, saturación de bases baja y alta, capacidad de intercambio de cationes de muy baja y alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y media.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 53% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 40% por bosque latifoliado; el 3% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 2% por vegetación arbustiva baja (matorral); 1% por plantaciones de aguacate has y 1% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante las pendientes moderadamente escarpadas, abundante pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal de producción y posee aptitud para el establecimiento de actividades forestales como plantaciones forestales y manejo para la producción del bosque natural existente. Bajo severas prácticas de conservación de suelos podría establecerse el cultivo de café bajo sombra y plantaciones de macadamia.

Deben aplicarse muy fuertes medidas de conservación de suelos, debe mantenerse la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica y mantener el sotobosque para disminuir la esorrentía. En las plantaciones forestales, es necesario plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Todas las actividades forestales deben estar bajo un plan de manejo, el aprovechamiento del bosque deberá realizarse en la época seca y deberá contarse con planes contra incendios forestales.



Para la plantación de café bajo sombra y macadamia se recomienda implementar severas prácticas de conservación de suelos, realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y la plantación realizarla sobre terrazas individuales. Debe mantenerse árboles de sombra para el café; para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos.

Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, por lo que se debe mantenerse la hojarasca y el sotobosque; respecto a los fertilizantes químicos necesitan el aporte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca. Por la moderada retención de fosfatos que presentan, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares.

5.3.7.1.4 Grupo de manejo VIIp-4

Las tierras se localizan en las comunidades Chuatuj y Pakim del municipio de Nahualá; finca Vista Hermosa del municipio de San Antonio Palopó; cerros Chutincagual y Panán, del municipio de San Pedro La Laguna, comunidades, Pabalabá y Pasaquijuyub del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; comunidad La Cumbre del municipio de Santa Cruz La Laguna; cerro Tzamatán del municipio de Santa María Visitación y comunidad Tierra Linda del municipio de Sololá; parte media de los volcanes Tolimán y Atitlán de los municipios de San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán y alrededores del municipio de San Andrés Semetabaj. Tiene un área de 5,714 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases ASFf1 y ASFf2 de la Consociación Las Canoas Bajas; MSAfp1 de la Consociación Paquixtán; MSBf1, MSBf2 y MSBfp1 de la Consociación San Pedro; MSCf1, MSCf2, MSCfpr2 y MSCfr2 de la Consociación Chiriximay; MSDf1 y MSDf2 de la Consociación Chiguarabal; MSEf2 y MSEfr2 de la Consociación Pacamán; MSPf1, MSPf2 y MSPfp2 del grupo indiferenciado Las Canoas y MSQf1, y MSQf2 de la Consociación Sabalpop, localizados en el clima **semifrío húmedo (S)**, en los tipos de relieve escarpe, domo, estrato-volcán, filas y vigas, y cañones y cañadas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), son suelos superficiales, moderadamente profundos y profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas, moderadamente gruesas y gruesas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes media a alta, pH fuertemente ácido a neutro.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 34% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque latifoliado; el 21% por el cultivo de café bajo sombra; el 18% por bosque mixto; el 9% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 11% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 2% por espacios con vegetación escasa; el 2% por bosque de pino; el 1% por plantaciones de aguacate; el 1% por hoja de mashan; el 1% por el cultivo de hortalizas (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante pendientes moderadamente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, erosión ligera a moderada, drenaje moderadamente excesivo, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal con aptitud para el establecimiento de actividades forestales de producción como plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible bajo severas prácticas de conservación de suelos es el cultivo de café bajo sombra.



Deben aplicarse muy fuertes medidas de conservación de suelos, debe mantenerse la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica y mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía. En las plantaciones forestales, plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Todas las actividades forestales deben estar bajo un plan de manejo, el aprovechamiento del bosque deberá realizarse en la época seca y deberá contarse con planes contra incendios forestales.

Para la plantación de café bajo sombra se recomienda implementar severas prácticas de conservación de suelos, realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y la plantación realizarla sobre terrazas individuales. Para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos.

Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica, por lo que se debe mantenerse la hojarasca y el sotobosque; respecto a los fertilizantes químicos aplicar Nitrógeno y Fósforo; en la fase MSAfp1 aplicar adicionalmente Potasio, con dosis basadas en análisis en finca. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares.

5.3.7.1.5 Grupo de manejo VIIp-5

La tierras se localizan en las comunidades, Casiguán, Chirijraxón, Chuichojch, Pacamposanto IV, Pacamán, Palanquix Cotiab, Parracán, Pasacuach, Patziz, Payajut, Tzanjuyub, Ventana Abaj, Xeabaj, Xeabaj Santa Rita II, Xecullil y Xoljá del municipio de Nahualá; comunidades, Culchich, Panimaché II y Pasojoc del municipio de San Andrés Semetabaj; comunidad Chuijomil del municipio de San José Chacayá; Cerro Chunimay del municipio de San Pedro La Laguna; comunidades, Chirijcalbal, Montaña Tolomac y Xecaquixcán del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; comunidades, Xetzampual, Molino San Pedro y Labor Santa Rita, cerros, La Paz y San Marcos, del municipio de Santa Lucía Utatlán; Loma de Paquisis, comunidades, Barberena Oyak, Barreneché, Central Xajaxac, Churuneles II, La Concordia, La Esperanza, La Rinconada, María Tecún, Paquisis, Pixabaj, San Buenaventura, San Juan Central, Sector Los Loarcas, Xalamá y Xejuyú del municipio de Sololá y la parte media del volcán Atitlán del municipio de Santiago Atitlán. Tiene un área de 10,334 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases MJAf1 y MJAf2 de la Consociación Atitlán; MJCf1, MJCf2, MJCfp2 y MJCfr2 de la Consociación Churruneles; MJDF1 y MJDF2 de la Consociación Siete Cruces; MJFf1 de la Consociación Miramar; MJGf2 y MJGfp2 de la Consociación María Tecún; MJHfr1 y MJHfr2 de la Consociación Cerro Paerá, localizados en el clima **frío húmedo (J)**, en los tipos de relieve estrato-volcán y filas y vigas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos moderadamente superficiales y profundos, drenaje moderado, bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas sobre finas y medias, saturación de bases baja y alta, capacidad de intercambio de cationes baja y alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural baja a alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 50% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto; el 19% por el cultivo de granos básicos (maíz y frijol); el 8% por vegetación arbustiva; el 6% por el cultivo de hortalizas; el 5% por bosque latifoliado; el 6% por plantaciones de pino; el 2% por mosaico de cultivos (pequeñas superficies de cultivos de granos básicos alternados con hortalizas y otros usos); el 1% por espacios con vegetación escasa y el 3% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).



Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante pendientes moderadamente escarpadas, frecuentes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, erosión ligera a moderada; drenaje moderadamente excesivo, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal de producción con aptitud para el establecimiento de actividades forestales como plantaciones forestales y manejo productivo del bosque natural existente.

Como prácticas de manejo se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica, mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo plan de manejo que incluya un plan de control de incendios forestales.

Estos suelos necesitan el aporte constante de materia orgánica para mejorar las características físicas y químicas, por lo que se debe mantenerse la hojarasca y el sotobosque; con referencia a los fertilizantes químicos necesitan aporte de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares.

5.3.7.1.6 Grupo de manejo VIIp-6

Las tierras se localizan en la parte alta del volcán San Pedro, del municipio de San Pedro La Laguna; en la comunidad Pico de Zunil del municipio de Nahualá. Tiene un área de 104 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por la fase MDAfr1 de la Consociación Pecul y la fase MDBfp1 de la Consociación Tolimán, localizado en el clima **muy frío húmedo (D)**, en el tipo de relieve estrato-volcán del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presenta erosión ligera.

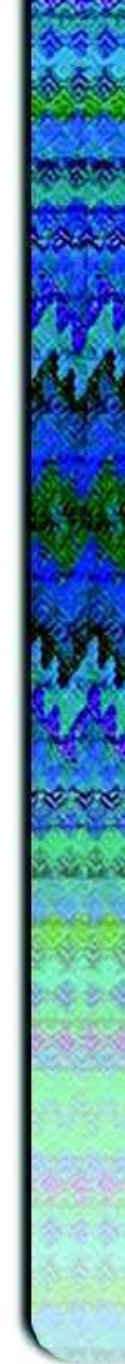
Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez), son suelos profundos, con drenaje natural moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta a baja, pH de moderadamente ácido a ligeramente ácido, fertilidad natural de media a alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 43% está ocupado por vegetación arbustiva; 43% por bosque mixto y 14% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por bosque latifoliado (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante pendientes moderadamente escarpadas, clima muy frío, drenaje moderadamente excesivo y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal de producción con aptitud para el establecimiento de actividades forestales como plantaciones forestales y manejo productivo del bosque natural existente.

Como prácticas de manejo se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica, mantener el sotobosque para disminuir la velocidad del agua de escorrentía. En las plantaciones forestales implementar muy fuertes prácticas de conservación de suelos: plantar siguiendo curvas de





nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo plan de manejo que incluya un plan de control de incendios forestales.

Durante el establecimiento de las plantaciones forestales se recomienda la aplicación de Nitrógeno y Fósforo. Por la moderada retención de fosfatos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca.

5.3.7.2 Subclase por erosión (VIIe)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la erosión; está integrada por los grupos de manejo VIIe-1 y VIIe-2.

5.3.7.2.1 Grupo de manejo VIIe-1

Las tierras clasificadas en este grupo se localizan en los alrededores el río Patatzún del municipio de Concepción. Tiene un área de 7 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por la fase MSKe3 de la Consociación San Andrés Semetabaj, localizado en el clima **semifrío húmedo (S)**, en los tipos de relieve glacis del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presenta erosión severa.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales depósitos superficiales clásticos gravigénicos, son suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas sobre finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes de alta a baja, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 60% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por vegetación arbustiva baja (matorral) y el 40% restante por bosque mixto (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitantes la erosión severa, pendientes ligeramente escarpadas, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal de producción y tiene aptitud para el establecimiento de actividades forestales: establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo productivo del bosque natural existente.

Se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente y el sotobosque para disminuir el efecto del impacto de la gota de lluvia y el exceso de escorrentía superficial sobre el suelo desnudo para recuperar las áreas erosionadas. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que debe incluir un programa permanente y anual del control de los incendios forestales. Las plantaciones forestales deben realizarse con muy fuertes prácticas de conservación de suelos; plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales al momento de la plantación.

Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que se recomienda mantener la hojarasca y el sotobosque. Respecto a la fertilización química, necesitan Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.



5.3.7.2.2 Grupo de manejo VIIe-2

Las tierras clasificadas en este grupo se localizan en la Finca Santa Teresa y alrededor del río Quixayá del municipio de San Lucas Tolimán. Tiene un área de 47 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase MCBep3 del Grupo Indiferenciado Tamalaj, localizados en los climas **semicálido muy húmedo a frío húmedo (C)**, ubicadas en cañones y cañadas, en el tipo de relieve estrato-volcán, del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes ligeramente escarpadas (25-50%), presentan erosión severa.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez), son suelos moderadamente profundos, con drenaje moderadamente excesivo, texturas finas sobre gruesas, saturación de bases de media a baja, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 65% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 24% por bosque latifoliado y el 11% por el cultivo de hortalizas (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitantes la erosión severa, pendientes ligeramente escarpadas, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal de producción y tiene aptitud para el establecimiento de actividades forestales: establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo productivo del bosque natural existente.

Se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente y el sotobosque para disminuir el efecto del impacto de la gota de lluvia y el exceso de escorrentía superficial sobre el suelo desnudo para recuperar las áreas erosionadas. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que debe incluir un programa permanente y anual del control de los incendios forestales. Las plantaciones forestales deben realizarse con muy fuertes prácticas de conservación de suelos; plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales al momento de la plantación.

Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que se recomienda mantener la hojarasca y el sotobosque. Respecto a la fertilización química, necesitan Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

5.3.7.3 Subclase por pendiente y erosión (VIIpe)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente y erosión; está integrada por los grupos de manejo VIIpe-1 y VIIpe-2.

5.3.7.3.1 Grupo de manejo VIIpe-1

Las tierras se localizan con la comunidad de Pamuch del municipio de San Andrés Semetabaj; comunidades, Chuazanaí, Pachicoc y Pachité del municipio de San Juan La Laguna; comunidades de



Camanoj, Chuiscasu, Guonabaj, Pakwex, Palá, Pugualcox, San Miguel y San Miguelito del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán y la comunidad Pujujilito del municipio de Sololá y alrededor de las cabeceras municipales de Concepción, San Pablo la Laguna y San Marcos la Laguna. Tiene un área de 3,548 ha.

Este grupo de manejo está conformado por la fase MBEfr3 de la Consociación Antigua Santa Catarina; MOEfr3 de la Consociación La Providencia; MQDfr3 de la Consociación Santa Cruz La Laguna; MQEf3 de la Consociación Panaranjo; MSCf3 de la Consociación Chirijximay; MSEf3 de la Consociación Pacamán y MSGfp3 de la Consociación Cerro La Cruz, localizados en los climas **semifrío húmedo (S)**, **templado subhúmedo (Q)**, **templado húmedo (B)** y **templado muy húmedo (O)**, en el tipo de relieve filas y vigas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión severa.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y rocas graníticas (granito, granodiorita), son suelos muy superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente gruesas y gruesas sobre finas, saturación de bases de baja y alta, capacidad de intercambio de cationes de baja y alta, pH moderadamente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta, y erosión severa.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indica que el 34% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por bosque mixto; el 22% por el cultivo de café; el 17% por espacios con vegetación escasa; el 10% por bosque latifoliado; el 8% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 5% por maíz; el 1% por bosque de pino; el 1% por hortalizas y 1% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, drenaje moderadamente excesivo, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal de producción y tiene aptitud para actividades forestales tales como plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente; otra actividad posible sujeta a severas prácticas de conservación de suelos es el cultivo de café bajo sombra.

Deben aplicarse muy fuertes medidas de conservación de suelos, debe mantenerse la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica y mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía. En las plantaciones forestales, plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Todas las actividades forestales deben estar bajo un plan de manejo, el aprovechamiento del bosque deberá realizarse en la época seca y deberá contarse con planes contra incendios forestales. Para la plantación de café bajo sombra se recomienda implementar severas prácticas de conservación de suelos, realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y la plantación realizarla sobre terrazas individuales. Para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos.

Estos suelos necesitan un aporte constante de materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (aumentar la retención de humedad y mejorar la estructura) y químicas (aumentar la fertilidad en general), para lo cual agregar abono orgánico, establecer abonos verdes, manejar la hojarasca y mantener el sotobosque. Respecto a la fertilización química, se recomienda la aplicación de Nitrógeno y Fósforo. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca.



5.3.7.3.2 Grupo de manejo VIIpe-2

Las tierras se localizan en las comunidades de Pachipac, Racantacaj, alrededores del río Ixtacapa del municipio de Nahualá; cerro Tamalaj, fincas, Las Amalias, El Porvenir y Totolyá y Santo Tomás Perdido del municipio de San Lucas Tolimán; comunidades Chirijmasa, Guineales, Chuaxajil, Chuicosa y Pualaj del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; comunidades Chijcajá, Chirijcajá y Chove del municipio de Santa Lucía Utatlán y la comunidad Xequel del municipio de Sololá; alrededor de los cerros Chutincagual y Chunimayú en el municipio de San Pedro la Laguna y del río Moca del municipio de Santiago Atitlán. Tiene un área de 3,731 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases ACAf3 y ACAfp3 del Grupo Indiferenciado Tzucubal; ASFf3 de la Consociación Las Canoas Bajas; MCBfp3 del Grupo Indiferenciado Tamalaj; MCCf3 y MCCfp3 del Grupo Indiferenciado Cascadas de Nicá; MJMf3 de la Consociación Río Pixabaj; MSBf3 de la Consociación San Pedro y POCf3 de la Consociación Nueva Vida, localizados en los climas **frío húmedo (J), semifrío húmedo (S), templado muy húmedo (O), semicálido muy húmedo a frío húmedo (C)**, en los tipos de relieve cañones y cañadas, escarpe del paisaje Altiplano hidro-volcánico, estrato-volcán y cañones y cañadas del paisaje montaña volcano-erosional, escarpe del paisaje piedemonte hidro-volcánico, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión severa.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas, moderadamente gruesas sobre gruesas, finas sobre gruesas, gruesas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de media a alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y media.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 36% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por el cultivo de café; el 23% por bosque mixto; el 13% por bosque latifoliado; el 12% por maíz y frijol; el 3% por hoja de mashan; el 4% por bosque de pino; el 2% por mosaico de cultivos (pequeñas superficies de cultivos de granos básicos alternados con hortalizas y otros usos); el 1% por hortalizas; el 1% por ríos, el 1% por macadamia; el 1% por vegetación arbustiva baja (matorral) y 3% por tejido urbano discontinuo (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, drenaje moderadamente excesivo, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, deficientes precipitaciones en un semestre del año y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal de producción y tiene aptitud para el establecimiento de actividades forestales: establecimiento y manejo de plantaciones forestales y el manejo productivo del bosque natural existente.

Se recomienda mantener la cobertura vegetal permanente y el sotobosque para disminuir el efecto del impacto de la gota de lluvia y el exceso de escorrentía superficial sobre el suelo desnudo para recuperar las áreas erosionadas. Todas las actividades forestales deben realizarse bajo un plan de manejo que debe incluir un programa permanente y anual del control de los incendios forestales. Las plantaciones forestales deben realizarse con muy fuertes prácticas de conservación de suelos; plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales al momento de la plantación.



Estos suelos necesitan materia orgánica, por lo que se recomienda mantener la hojarasca y el sotobosque. Respecto a la fertilización química, necesitan Nitrógeno y Fósforo. Debido a la moderada retención de fosfatos que presentan los suelos, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. La fertilización por cultivo deberá ser calculada y dosificada con base en análisis locales en finca.

5.3.7.4 Subclase por pendiente, erosión y suelo (VIIpes)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente, erosión y suelo; está integrada por el grupo de manejo VIIpes-1.

5.3.7.4.1 Grupo de manejo VIIpes-1

Las tierras se localizan en las comunidades de Nicajquim y Panatzán del municipio de San Juan La Laguna; comunidad Xolcajá del municipio de Nahualá. Tiene un área de 351 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por la fase MCDfpr3 del Grupo Indiferenciado Chuichumil; PYBf3 de la Consociación Ixtacapa, localizados en los climas **semicálido muy húmedo (Y), templado subhúmedo a semifrío húmedo (C)**, en los tipos de relieve de escarpe de paisaje montaña volcano-erosional y cañones y cañadas del paisaje de piedemonte hidro-volcánico, con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%), presentan erosión severa.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y rocas graníticas (granito, granodiorita), son suelos muy superficiales y moderadamente superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas finas y moderadamente finas, saturación de bases baja a media, capacidad de intercambio de cationes alta a media, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad natural de alta a baja.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 75% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por café bajo sombra; el 25% por espacios con vegetación escasa. (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante pendientes moderadamente escarpadas, erosión severa, extremadamente abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, suelos muy superficiales, drenaje moderadamente excesivo, pH fuertemente ácido, deficientes precipitaciones en un semestre del año.

La vocación de estas tierras es forestal con aptitud para el establecimiento de actividades forestales de producción como plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible bajo severas prácticas de conservación de suelos es el cultivo de café bajo sombra.

Deben aplicarse muy fuertes medidas de conservación de suelos, debe mantenerse la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica y mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía. En las plantaciones forestales, plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Todas las actividades forestales deben estar bajo un plan de manejo, el aprovechamiento del bosque deberá realizarse en la época seca y deberá contarse con planes contra incendios forestales.

Para la plantación de café bajo sombra se recomienda implementar severas prácticas de conservación de suelos, realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias



de ladera, pozos de infiltración y la plantación realizarla sobre terrazas individuales. Para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos.

Estos suelos necesitan un aporte constante de materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (aumentar la retención de humedad y mejorar la estructura) y químicas (aumentar la fertilidad en general), para lo cual agregar abono orgánico, establecer abonos verdes, manejar la hojarasca y mantener el sotobosque. Respecto a la fertilización química, se recomienda la aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radicales. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca.

5.3.7.5 Subclase por erosión y suelo (VIIes)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la erosión y el suelo; está integrada por el grupo de manejo VIIes-1.

5.3.7.5.1 Grupo de manejo VIIes-1

Las tierras se localizan en la comunidad Chuicumatzá y alrededores del río Sacobá del municipio de Nahualá; comunidad Pasín del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. Tiene un área de 236 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases PYBd3, PYBe3 y PYBep3, de la Consociación Ixtacapa, localizados en el clima **semicálido muy húmedo (Y)**, en el tipo de relieve cañones y cañadas del paisaje piedemonte hidro-volcánico, con pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y ligeramente escarpadas (25-50%), presenta erosión severa.

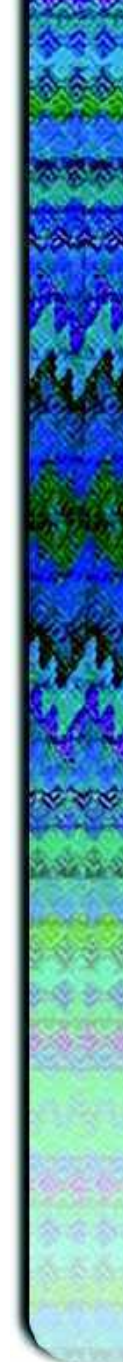
Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), son suelos muy superficiales, drenaje moderadamente excesivo, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja, capacidad de intercambio de cationes alta, pH fuertemente ácido, fertilidad natural baja.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 96% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por el cultivo de café bajo sombra; el 2% por el cultivo de caña de azúcar; el 2% por mosaico de cultivos (pequeñas superficies de cultivos de granos básicos alternados con hortalizas y otros usos) (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitantes la erosión severa, extremadamente abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo, suelos muy superficiales, drenaje moderadamente excesivo y moderada retención fosfórica.

La vocación de estas tierras es forestal con aptitud para el establecimiento de actividades forestales de producción como plantaciones forestales y manejo del bosque natural existente. Otra actividad posible bajo severas prácticas de conservación de suelos es el cultivo de café bajo sombra.

Deben aplicarse muy fuertes medidas de conservación de suelos, debe mantenerse la cobertura vegetal permanente para evitar que los agregados del suelo estén expuestos al impacto de la gota de lluvia que provoca erosión hídrica y mantener el sotobosque para disminuir la escorrentía. En las plantaciones forestales, plantar siguiendo curvas de nivel, establecer barreras muertas, acequias de ladera y terrazas individuales. Todas las actividades forestales deben estar bajo un plan de manejo, el aprovechamiento del bosque deberá realizarse en la época seca y deberá contarse con planes contra incendios forestales.





Para la plantación de café bajo sombra se recomienda implementar severas prácticas de conservación de suelos, realizar la plantación siguiendo las curvas de nivel, establecer barreras vivas, muertas, acequias de ladera, pozos de infiltración y la plantación realizarla sobre terrazas individuales. Para minimizar la erosión eólica, establecer cortinas rompevientos.

Estos suelos necesitan un aporte constante de materia orgánica para mejorar sus condiciones físicas (aumentar la retención de humedad y mejorar la estructura) y químicas (aumentar la fertilidad en general), para lo cual agregar abono orgánico, establecer abonos verdes, manejar la hojarasca y mantener el sotobosque. Respecto a la fertilización química, se recomienda la aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Por la moderada retención de fosfatos que posee el suelo, agregar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cercanos a las áreas radiculares. Las dosis necesarias deberán ser calculadas con base en análisis locales de finca.

5.3.8 Tierras de la Clase VIII

Esta clase de tierras ocupa una superficie de **33,223 ha** que representa el **28.47%** del total departamental (Figura 5.1), en jurisdicción de 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 Cruz La Laguna, Santa Lucía Utatlán, Santa María Visitación, Santiago Atitlán y Sololá.

En estas tierras, los suelos tienen vulnerabilidad extrema o limitaciones extremas, por ello no reúnen las condiciones edáficas, de pendientes, climas y de drenaje, requeridas, para realizar cultivos, pastizales o para establecer especies arbóreas productoras. Son importantes como ecosistemas estratégicos para la regulación del recurso agua, por el interés científico que representan, razón por la cual deben destinarse a la conservación y recuperación, si han sido deterioradas.

Los suelos que integran esta clase presentan limitaciones muy severas de uso debido a una o más de las siguientes causas: drenaje excesivo, erosión severa o muy severa, temperaturas muy bajas, pendientes fuertemente escarpadas, fertilidad baja, abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y abundante pedregosidad superficial.

Las tierras de este grupo de manejo se ubican en los tipos de relieve de cañones y cañadas del paisaje de altiplano hidro-volcánico (A), en cañones y cañadas del paisaje piedemonte hidro-volcánico (P), en estrato-volcán, domos, filas y vigas, cañones y cañadas y escarpes del paisaje montaña volcano-erosional (M), incluye las áreas misceláneas de depósitos de cauces (DC), áreas misceláneas de tierras de ceniza (TC), áreas misceláneas erosionadas (ME) y/o tierras ubicadas por encima de 3,300 msnm; en materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez), en depósitos piroclásticos consolidados (tobas), depósitos superficiales clásticos aluvio-columbales y rocas graníticas (granito y granodiorita); en los climas extremadamente frío húmedo (Z), muy frío húmedo (D), frío húmedo (J), semifrío húmedo (S), templado subhúmedo (Q), templado húmedo (B), templado muy húmedo (O) y semicálido muy húmedo (Y), semifrío húmedo a frío húmedo (C), templado subhúmedo a semifrío húmedo (C) y semicálido muy húmedo a frío húmedo (C); con precipitaciones que varían de 1,001 a 4,500 mm anuales, con altitudes comprendidas entre los 723 y 3,530 msnm y temperaturas medias anuales entre 10 y 23 °C.

Las pendientes de esta clase agrológica pueden variar entre ligeramente planas (0-3%) hasta fuertemente escarpadas (>75%), pero en esta clase agrológica dominan las pendientes ligeramente escarpadas (25-



50%), moderadamente escarpadas (50–75%) y fuertemente escarpadas (>75%). Estas tierras presentan erosión ligera, moderada y severa (Figura 5.9).

En general las limitantes extremas, que han llevado las tierras a la clase agrológica VIII, son: pendientes fuertemente escarpadas, erosión muy severa (áreas misceláneas erosionadas), además de extremadamente abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, clima muy frío húmedo, suelos muy superficiales, deficientes precipitaciones en el segundo semestre del año (en algunas áreas), etc. Actualmente estas zonas están dedicadas a la conservación, protección de los recursos naturales y la biodiversidad.



Figura 5.9 Clase de tierras VIII, en clima templado subhúmedo, pendientes >75%, en escarpes circundantes del lago de Atitlán (antigua ladera de cráter), aptas para conservación, ecoturismo y educación ambiental únicamente. Municipio de Santa Cruz La Laguna (Foto: W. González, 2010).

Las subclases determinadas en esta clase son VIIIp y VIIIpes.

5.3.8.1 Subclase por pendiente (VIIIp)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente; está integrada por los grupos de manejo VIIIp-1 y VIIIp-2.

5.3.8.1.1 Grupo de manejo VIIIp-1

Las tierras se localizan en las comunidades Chuisaquesán, Cerro Tzampual, Montaña Chuanimajuyup y Pico Santo Tomás Pecul del municipio de Nahualá; comunidades Labor La Pedrera y Sacutiú del municipio de San Andrés Semetabaj; comunidad Tzampetey y finca Tzampetey del municipio de



San Antonio Palopó; cerro Chuiccohón del municipio de San José Chacayá; Cerro Patzunoj y Sierra Parraxquín del municipio de San Juan La Laguna; Cerro Paquisís y Volcán San Pedro del municipio de San Pedro La Laguna; Cerros, Paculam, Tzijbachaj y comunidad Paximbal del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; Sitio El Mirador del municipio de Santa Catarina Palopó; Cerro Chuichich del municipio de Santa Clara La Laguna; Cerro Chueminix, comunidades, Pajomel y Santa Cruz La Laguna del municipio de Santa Cruz La Laguna; comunidades, Chirijcá II y Choco del municipio de Santa Lucía Utatlán; comunidad Pajpoj y Cerro Xiquichó del municipio de Santa María Visitación; cerros Cabeza de Burro, de Oro, fincas Aventuras de Atitlán Jim y Nancy, El Chorro y San Isidro Chacayá, parte alta del volcán Atitlán del municipio de Santiago Atitlán; alrededor del río Panajachel del municipio de Panajachel; finca Santa Teresa, comunidad Nueva Providencia, Xejuyú, parte alta del volcán Tolimán del municipio de San Lucas Tolimán; montaña Chuanimajuyup en el municipio de Sololá. Tiene un área de 19,553 ha.

Este grupo de manejo está conformado por las fases MBBg1, MBBg2 y MBBgp1 de la Consociación Santiago Atitlán; MBDg2 de la Consociación Pampojilá; MBEg1 y MBEg2 de la Consociación Antigua Santa Catarina; MCDgpr1 y MCDgpr2 de la Consociación Chuichumil; MDBgr1 de la Consociación Tolimán; MJAg1 y MJAgp1 de la Consociación Atitlán, MJCg1 y MJCg2 de la Consociación Churuneles; MJDgr2 de la Consociación Siete Cruces; MJGgp2 de la Consociación María Tecún; MJHgr1 y MJHgr2 de la Consociación Cerro Paerá; MOCgp1 de la Consociación Metzabal; MODg1 de la Consociación Santa Teresa; MOEg1, MOEgp1 y MOEgr2 de la Consociación La Providencia; MQAgp2 de la Consociación Cerro de Oro; MQDgpr2 del complejo Santa Cruz La Laguna; MQJgpr2 del grupo indiferenciado Mirador Agua Escondida; MSBgp1 de la Consociación San Pedro; MSCg1, MSCg2 y MSCgp2 de la Consociación Chirijximay; MSEgr2 de la Consociación Pacamán; MSFg1 y MSFg2 de la asociación Tzumajul; MSRg1 de la Consociación Tajancarón y MDAgr1 de la Consociación Pecul, localizados en los climas **templado húmedo (B), templado subhúmedo a semifrío húmedo (C), muy frío húmedo (D), frío húmedo (J), templado muy húmedo (O), templado subhúmedo (Q), semifrío húmedo (S)**, en los tipos de relieve de filas y vigas, escarpe, estrato-volcán, domo, cañones y cañadas del paisaje montaña volcano-erosional, con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presentan erosión ligera y moderada.

Los suelos se han desarrollado a partir de materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y rocas graníticas (granito, granodiorita), son suelos superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, medias, moderadamente finas, moderadamente finas sobre finas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes baja a alta, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad natural media y alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 36% de la superficie del grupo de manejo es ocupada por bosque mixto; el 31% por bosque latifoliado; el 11% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 11% por el cultivo de café; el 5% por maíz; el 4% por espacios con vegetación escasa; el 1% por bosque de pino y el 1% por pastos naturales (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitante pendientes fuertemente escarpadas, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo y suelos superficiales.

La vocación de estas tierras es la protección de la cobertura boscosa, protección de los recursos hídricos y la biodiversidad asociada.



Debe conservarse el bosque existente, propiciar la regeneración natural en los sectores deforestados, establecer programas para recuperar suelos erosionados por medio de la regeneración natural y/o la plantación de especies arbóreas nativas, evitar la extracción de recursos naturales, evitar las prácticas agrícolas y establecer un programa de control de incendios forestales.

5.3.8.1.2 Grupo de manejo VIIIp-2

Las tierras se localizan en la finca Santa Victoria del municipio de Concepción, comunidad Quiacsiguán del municipio de Nahualá; comunidad Patanatic del municipio de Panajachel; comunidad Chuitinamit del municipio de San Andrés Semetabaj; comunidad Chitlul del municipio de San Antonio Palopó; cerro Tzansuj y comunidad Papa del municipio de San Marcos La Laguna; comunidades Camanchaj, Chirijximay, Chisibel, Samabaj, Tzumajul, Tzumajuí, Xeabaj, Xecalibal y Xexac, cerros, Tzamtzem y Xajil, sierra Parraxquím del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; cerros, Chicut, Chuiraxamolá y Cristiano del municipio de Santa Clara La Laguna; comunidad Pajomil del municipio de Santa Lucía Utatlán; fincas, Las Cascadas de Nicá y Mónica del municipio de Santiago Atitlán; alrededor del río Xibalbay del municipio de Sololá; paraje Panatzán del municipio de San Juan La Laguna. Tiene un área de 11,288 ha.

Este grupo de manejo esta conformado por las fases ACAg3 y ACAgp3 del Grupo Indiferenciado Tzucubal; MBCg3 de la Consociación El Salvador; MBEgr3 de la Consociación Antigua Santa Catarina; MCBgp3 del Grupo Indiferenciado Tamalaj; MCCgp3 del Grupo Indiferenciado Cascadas de Nicá; MCDgpr3 del Grupo Indiferenciado Chuichumil; MDBg3 de la Consociación Tolimán; MJCg3, MJCgpr3 y MJCgr3 de la Consociación Churruneles; MJDgr3 de la Consociación Siete Cruces; MOCg3 de la Consociación Metzabal; MOEgr3 de la Consociación La Providencia; MQDgr3 del Complejo Santa Cruz La Laguna; MQJgpr3 del Grupo Indiferenciado Mirador Agua Escondida; MSCg3, MSCgpr3 y MSCgr3 de la Consociación Chirijximay; MSFg3 y MSFgp3 de la Asociación Tzumajul; PYBgp3 de la Consociación Ixtacapa, localizados en los climas **semifrío húmedo a frío húmedo (C), templado húmedo (B), semicálido muy húmedo a frío húmedo (C), templado subhúmedo a semifrío húmedo (C), muy frío húmedo (D), frío húmedo (J), templado muy húmedo (O), templado subhúmedo (Q), semifrío húmedo (S), semicálido muy húmedo (Y)**, en los tipos de relieve cañones y cañadas del paisaje altiplano hidro-volcánico; filas y vigas, estrato-volcán, escarpe y cañones y cañadas del paisaje montaña volcano-erosional; cañones y cañadas del paisaje piedemonte hidro-volcánico, con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), presentan erosión severa.

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos piroclásticos consolidados (tobas), materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez) y rocas graníticas (granito, granodiorita), son suelos muy superficiales a profundos, drenaje bueno y moderadamente excesivo, texturas finas, moderadamente finas y moderadamente gruesas, saturación de bases de baja a alta, capacidad de intercambio de cationes de baja a alta, pH fuertemente ácido a neutro, fertilidad natural de baja a alta.

La cobertura vegetal y uso de estas tierras indican que el 43% de la superficie del grupo de manejo está ocupada por bosque mixto; el 17% por café; el 15% por espacios con vegetación escasa; el 8% por vegetación arbustiva baja (matorral); el 8% por bosque latifoliado; el 7% por maíz y frijol; el 2% por hortalizas (UPGGR, 2010).

Las tierras de este grupo de manejo presentan como limitantes pendientes fuertemente escarpadas, erosión severa, abundantes fragmentos gruesos en el perfil del suelo, pedregosidad superficial, drenaje moderadamente excesivo y suelos superficiales.

La vocación de estas tierras es la protección de la cobertura boscosa, protección de los recursos hídricos y la biodiversidad asociada.



Debe conservarse el bosque existente, propiciar la regeneración natural en los sectores deforestados, establecer programas para recuperar suelos erosionados por medio de la regeneración natural y/o la plantación de especies arbóreas nativas, evitar la extracción de recursos naturales, evitar las prácticas agrícolas y establecer un programa de control de incendios forestales.

5.3.8.2 Subclase por pendiente, erosión y suelo (VIIIpes)

Esta subclase presenta limitaciones relacionadas con la pendiente, la erosión y el suelo, está integrada por el grupo de manejo VIIIpes-1.

5.3.8.2.1 Grupo de manejo VIIIpes-1

Este grupo está conformado por tierras de cenizas (TC), localizadas en las partes altas del cono de los volcanes Atitlán y Tolimán, con una extensión de 134 ha; asimismo, por depósitos de cauce (DC) que se ubican a inmediaciones de las fincas La Vega, Santa Socorro, San Felipe y comunidades de Panajachel, Natividad, Jucanyá y Patanatic del municipio de Panajachel; finca El Jaibal del municipio de Sololá; comunidad Panabaj del municipio de Santiago Atitlán; comunidad Totolyá y Finca El Porvenir del municipio de San Lucas Tolimán; alrededor del río Los Molinos del municipio de San Andrés Semetabaj y cerro Chuitinamit del municipio de San Pedro La Laguna donde ocupa un área de 263 ha; del mismo modo misceláneos erosionados (ME) que se ubican a inmediaciones de la finca Chuitziyutz, comunidad Pachicoj en el municipio de Concepción; comunidades, Los Robles, Panalachaj y Panimaché III del municipio de San Andrés Semetabaj, donde ocupa un área de 1,985 ha. El grupo de manejo posee en total un área de 2,382 hectáreas.

Se ubican en los climas **extremadamente frío húmedo, muy frío húmedo, frío húmedo, semifrío húmedo, templado (húmedo y subhúmedo)**; dentro de los paisajes de montaña volcano-erosional, en pendientes de moderadamente inclinadas (7-12%) a fuertemente escarpadas (>75%), con erosión muy severa.

En estas tierras afloran materiales piroclásticos no consolidados (tefra, ceniza y pómez), rocas graníticas (granito, granodiorita) y depósitos piroclásticos consolidados (tobas), cantos rodados, gravas y arenas. En áreas pequeñas y aisladas donde comienza formarse el suelo se presentan matorrales dispersos.

Estas áreas no son aptas para actividades agropecuarias ni forestales y su vocación es la conservación de los recursos naturales existentes.



5.4 BIBLIOGRAFÍA

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2010. Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 62 p.

----- **2009.** Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento del Magdalena. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 496 p.

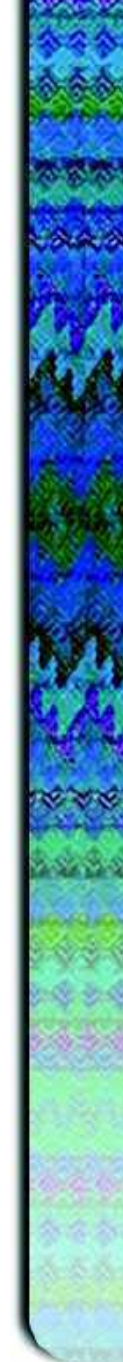
----- **2007.** Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 110 p.

----- **2002.** Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 110 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2011. Estudio Semidetallado de Suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. 900 p. inédito.

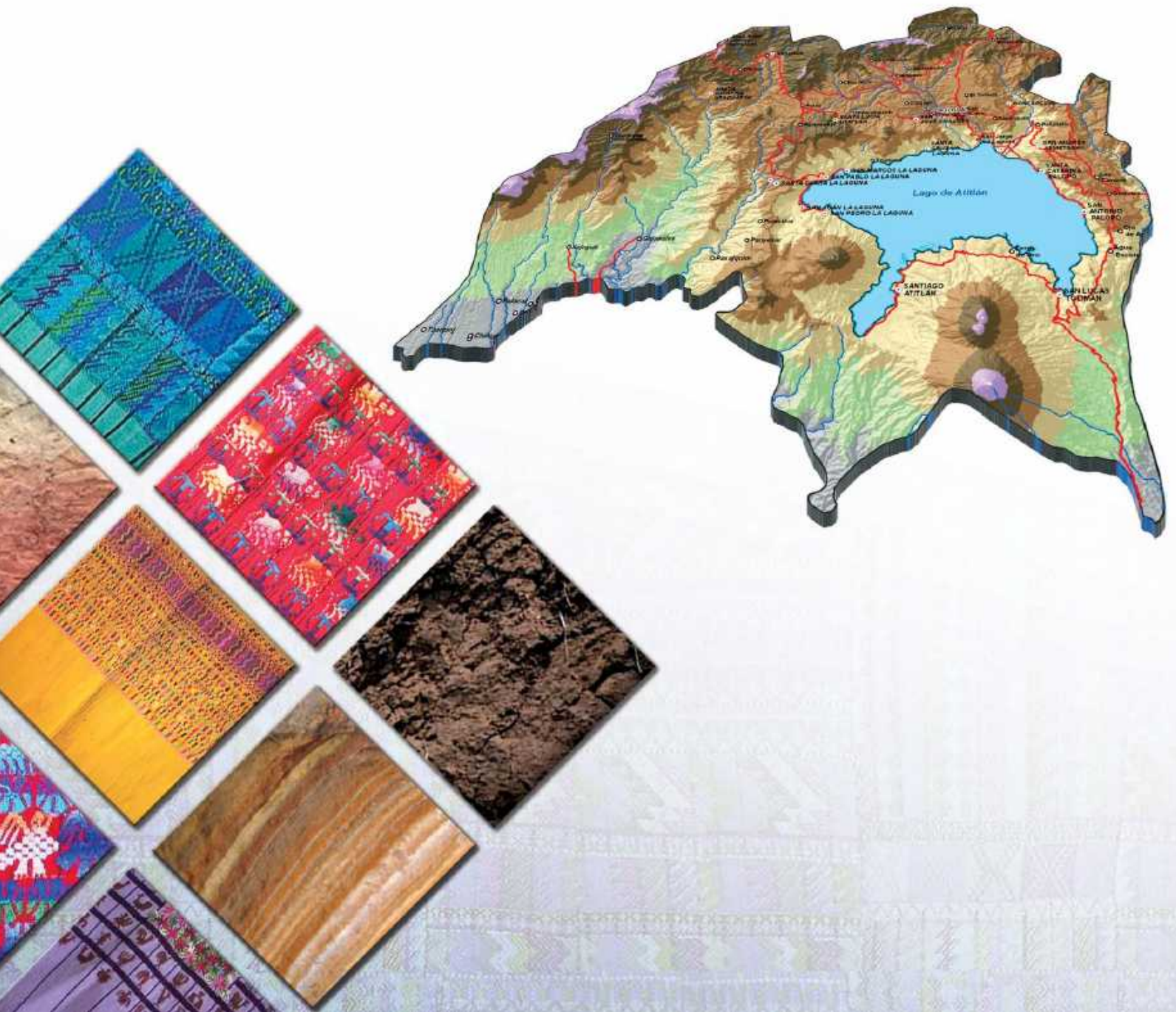
----- **2010.** Estudio Semidetallado de Suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala. 969 p.

----- **2009.** Mapa de uso actual del Departamento de Sololá, obtenido a través de metodologías participativas. Leyenda Corine Land Cover. Inédito.



CAPÍTULO 6

ZONIFICACIÓN DE TIERRAS





Capítulo 6. ZONIFICACIÓN DE TIERRAS

INTRODUCCIÓN

La zonificación de tierras del departamento de Sololá se realizó a través de los datos obtenidos del estudio de suelos, de donde se extrajo la información climática, geomorfológica y edáfica, con el objetivo de delimitar geográficamente las potencialidades del territorio y sus limitaciones.

Las unidades de zonificación hacen referencia en primer lugar a las clases de utilización mayor en el departamento, siendo estas: agrícola, agroforestal, forestal, conservación y otras categorías; en segundo lugar se identifican los sistemas de producción o las formas de utilización, los cuales son: Cultivos Transitorios Intensivos (CTI), Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS), Cultivos Permanentes Intensivos (CPI), Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS), Agrosilvopastoril (ASP), Forestal Productor (FPD), Áreas de Conservación de los Recursos Naturales y la Biodiversidad (ARNB), Conservación y recuperación (CRE); Áreas de Reserva Natural como Parque regional (PR), Reserva Natural Privada (RNP), Zona de Veda en Volcanes (ZVV), Centros Urbanos (CU) y Cuerpos de Agua (CA).

Para realizar el análisis con el cual se clasifica cada fase de suelos y la pertenencia a cada categoría de zonificación, se utilizó la información presentada en el cuadro 6.1 la cual se complementa con el cuadro A-36 del anexo de este documento (capítulo de métodos y procedimientos).

Al identificar los factores físicos que se muestran en el Cuadro 6.1 se agruparon unidades de tierras con limitaciones y aptitudes similares para las categorías de zonificación determinadas. La leyenda de zonificación informa sobre la vocación de uso de las fases que componen cada unidad cartográfica y su uso principal. Los otros usos mencionados en la descripción son compatibles con el uso principal, pero éste es el que se utiliza como expresión de la vocación de uso, razón por la cual se vincula con los símbolos de las unidades cartográficas.

En la Figura 6.1 se presenta el mapa de zonificación de tierras del departamento de Sololá.

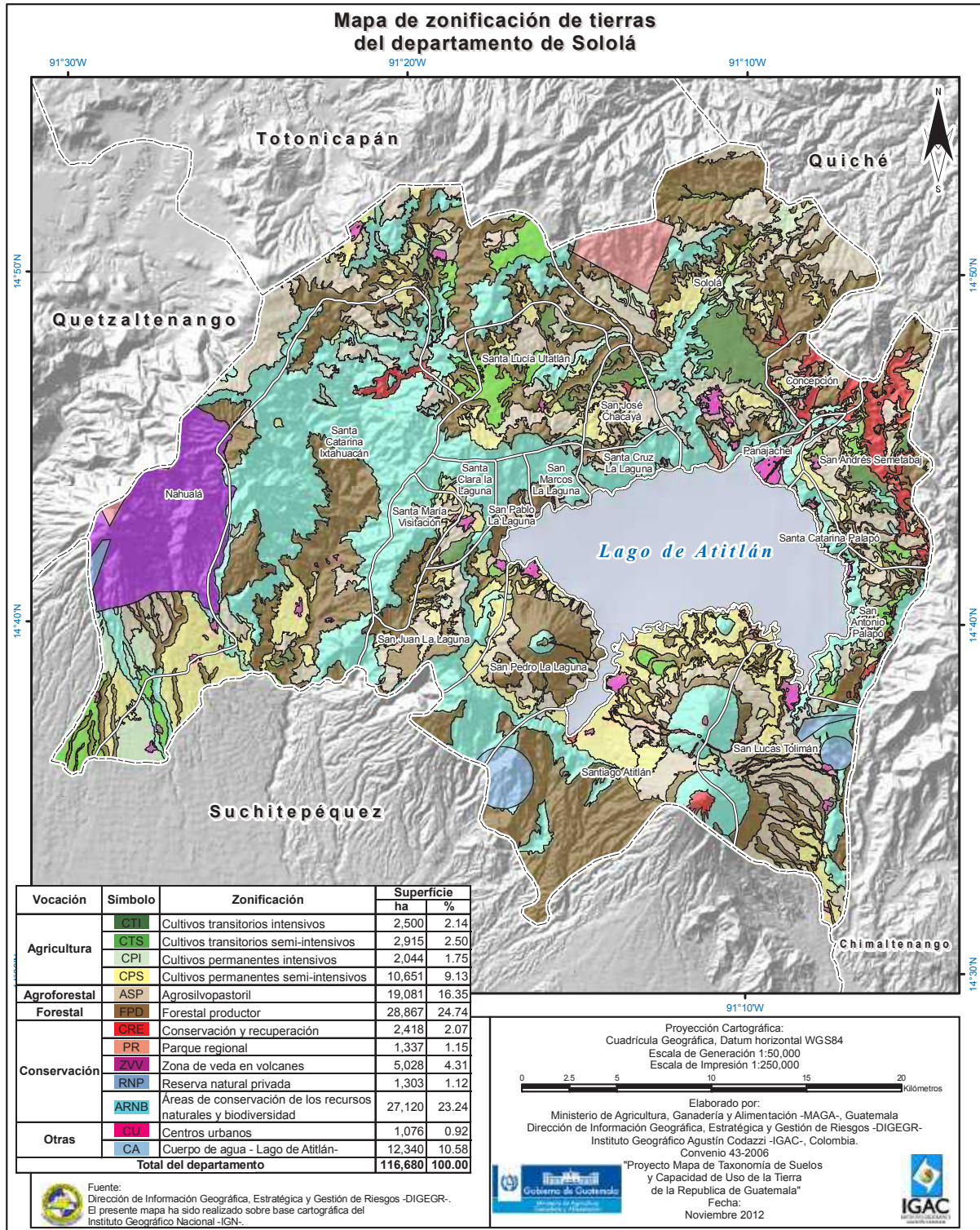


Figura 6.1 Mapa de zonificación de tierras del departamento de Sololá



Cuadro 6.1 Variables utilizadas en la evaluación del uso principal de las tierras del departamento de Sololá, a escala 1:50,000

VOCACION GENERAL	USO PRINCIPAL	VARIABLES										Grupo Textural
		Unidades	Pendiente (%)	Erosión	Drenaje Natural	Inundaciones o Encharcamientos	Profundidad efectiva (cm)	Fertilidad	Fragmen-tos de roca en el suelo	Pedregosidad superficial	Ahoramiento Rocoso	
AGRICULTURA	Cultivos Transitorios Intensivos (CTI)	3,7,11,12, 16,20	0 – 7	Ligera o menor	Bueno	No o Raras	> 50	Moderada o Mayor	< 3	< 0.1	< 2	Media fina Moderadamente gruesa
	Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS)	2,3,4,6,7,8, 10,11, 12,15,16,19,20	7 – 12	Ligera o menor	Bueno a Imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 3	< 0.1	< 2	Media fina Moderadamente gruesa Fina
	Cultivos Permanentes Intensivos (CPI)	3,4,7,11,12, 16,20	< 25	Ligera o menor	Bueno o moderado	Raras	> 50	Baja o Mayor	< 15	< 3	< 25	Moderadamente gruesa Media fina Fina
	Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS)	2,3,4,6,7,8, 10,11, 12,15,16,19,20	< 25	Moderada o menor	Bueno a imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 35	< 15	< 25	Moderadamente gruesa Media fina Fina
AGROFORESTAL	Agrosilvopastoral (ASP)	2,3,4,6,7,8, 10,11, 12,14,15,16,19,20	< 50	Moderada o menor	Imperfecto a excesivo	Frecuentes	> 25	Muy baja o mayor	< 60	< 50	< 90	Todos
FORESTAL	Forestal productor (FPD)	2,3,4,6,7,8, 10,11, 12,14,15, 16,19,20,23	< 75	Severa o menor	Pobre a excesivo	Ocasionales	> 40	Baja o mayor	< 60	< 90	< 90	Todos
CONSERVACION	Áreas de Conservación de los Recursos Naturales y la Biodiversidad (ARNB)	Todos (1 a 25)	< 75	-----	-----	-----	< 10	-----	-----	-----	-----	-----
	Conservación y recuperación (CRE)	Todos (1 a 25)	---	Muy severa	---	---	< 10	---	---	---	---	---
	Parque regional (PR)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Reserva Natural Privada (RNP)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
OTRAS CATEGORIAS	Zona de veda en volcanes (ZVV)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Centros Urbanos (CU)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Cuerpos de Agua (CA)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

* Los números relacionados con la columna de unidades climáticas hace referencia a los correlativos de las Unidades Climáticas identificadas para la República de Guatemala (ver cuadro A-5 del Anexo A de este documento)



6.1 UNIDADES DE ZONIFICACIÓN DE TIERRAS

Las tierras del departamento de Sololá se encuentran localizadas en los paisajes de Montaña, Altiplanicie y Piedemonte, sus suelos son aptos para el establecimiento de sistemas agrícolas transitorios intensivos y semi-intensivos; cultivos permanentes intensivos y semi-intensivos; silvopastoril, forestal productor; las categorías dedicadas a la conservación suman la mayoría de la superficie, encontrándose en menor superficie la categoría de los centros urbanos.

En el departamento se localizan tierras con vocación Agrícola (CTI+CTS+CPI+CPS), con un área de 18,522 ha que corresponden al 15.87% de la superficie total; tierras con vocación Agroforestal(ASP) 19,655 ha (16.85%); tierras con vocación Forestal (FPD) 28,867 ha (24.74 %); tierras que deben ser Protegidas o dedicadas a la Conservación (ARNB+CRE+PR+RNP+ZVV) 37,206 ha (31.89%); Otras zonas (centros urbanos y cuerpos de agua) 13,416 ha (11.50%).

La figura 6.2 muestra la distribución relativa de las tierras en el departamento, de acuerdo con su vocación.

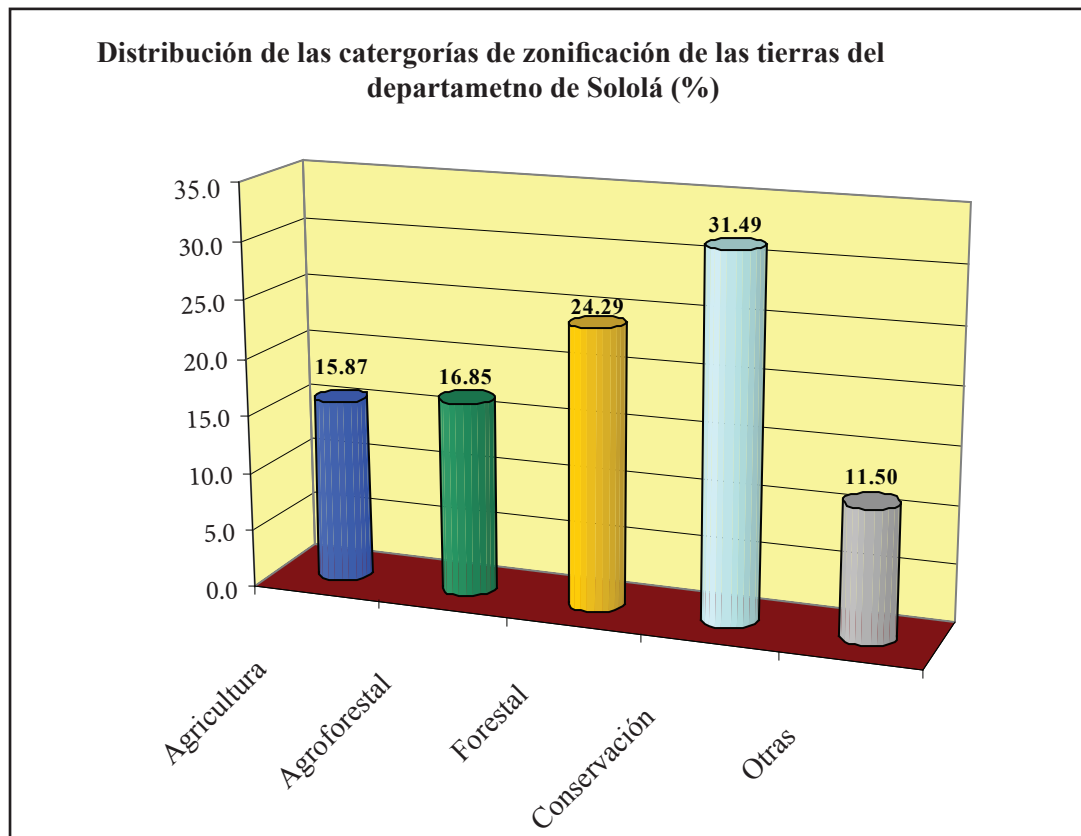


Figura 6.2 Categorías de zonificación de tierras identificadas en el departamento de Sololá

En el cuadro 6.2 se presenta la Leyenda de unidades de zonificación de tierras del departamento de Sololá, de acuerdo con su categoría: Agricultura, Agroforestal, Forestal, Conservación y Recuperación, así como otras categorías entre ellas las áreas urbanas y cuerpos de agua.



Cuadro 6.2 Unidades de Zonificación de Tierras del Departamento de Sololá

Vocación de Uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas de Suelos*	Área	
					ha	%
AGRICOLA	Cultivos Transitorios Intensivos	Tierras con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) son suelos productivos, con ligeras limitaciones para la agricultura y la ganadería intensiva. Requieren ligeras prácticas de conservación de suelos: siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y cortinas rompevientos, adecuada fertilización y labranza mínima para evitar la destrucción de la estructura del suelo.	CTI	AJDbl, ASBbl, ASCbl, ASDbl, MOHbl, POBbl	2,500	2.14
	Cultivos Transitorios Semi-Intensivos	Tierras con pendientes de ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas (<12%), generalmente presentan inadecuada distribución de las lluvias, son suelos superficiales a profundos, con fertilidad media a muy alta, texturas medias a finas. Sin restricciones para cultivos y ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas moderadas de conservación de suelos, además de las indicadas para los Cultivos Transitorios Intensivos; generalmente requieren riego suplementario.	CTS	AJDe1, ASCc1, MJJbl, MJNcl, MOHe1, MOBbl, MQBe1, MQFbl, MQIbl, MSKbl, MSOc1, PYAc1	2,915	2.50
	Cultivos Permanentes Intensivos	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%), generalmente presentan deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Tierras adecuadas para la agricultura con cultivos permanentes y la ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas moderadas de conservación de suelos y prácticas culturales como la siembra al contorno, barreras vivas y muertas; fertilización con abono orgánico y químico; generalmente requieren riego suplementario.	CPI	AJAd1, AJCd1, ASAd1, MJLd1, MOAd1, MOBd1, MSHd1, MSId1, MSId1, MSKd1, PYAc1	2,044	1.75
	Cultivos Permanentes Semi-Intensivos	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%), con frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo, texturas medias y finas. Adecuadas para la agricultura permanente y la ganadería semi-intensiva. Requieren labranza mínima y prácticas de conservación de suelo y agua, como la siembra al contorno, barreras vivas y muertas para reducir los efectos de la erosión hídrica y cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica. Se necesita mantener la cobertura vegetal para reducir el impacto de la gota de lluvia. Generalmente requieren riego suplementario.	CPS	AJBd2, AJCd2, ASAc2, ASAd2, ASBc2, MBGd2, MJBd1, MJId2, MJId2, MJLb2, MJLc2, MJLd2, MJLdp1, MJLdp2, MJNc2, MOAd2, MOBd2, MOBdp2, MOFdp1, MOFdp2, MOIcp1, MOBbp1, MOBc2, MOBdp1, MOBdp2, MOBdp1, MOBdp2, MOFdp1, MOFdp2, MOHd1, MSBc2, MSBd1, MSHc2, MSHd2, MSHdp2, MSKd2, MSLb2, MSLd2, MSMd1, MSMd2, MSNdp1, MSScp1, POAc1, PYAd1, PYAdp1.	10,651	9.13





Vocación de Uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas de Suelos*	Área	
					ha	%
AGROFORESTAL	Agrosilvopastoril	Tierras con pendientes de ligeramente inclinadas a ligeramente escarpadas (<50%), erosión ligera y moderada, menos del 50% de pedregosidad superficial, fragmentos de roca en el perfil del suelo, menores al 60%, texturas de finas a gruesas. No son mecanizables. Con vocación agroforestal y silvopastoril (ganadería extensiva bajo cobertura boscosa). Requieren prácticas intensas de conservación de suelos, cobertura permanente del suelo. Generalmente requieren riego en época seca.	ASP	AJAel, AJAe2, AJBe2, AJCe2, AJEb1, AJEbp1, AJFbp1, AJFcp1, ASAE1, ASAE2, ASAEp2, ASEb1, MABa2, MABa1, MABa2, MABAd2, MABAp2, MABe1, MABe2, MABep1, MBBfp1, MBFe1, MJFe1, MJJe2, MJlep2, MJJel, MJJe2, MJKe2, MJLe1, MJLe2, MOAdp2, MOAe1, MOAe2, MOFe2, MOFep1, MOGe1, MOGe2, MQBep1, MQBep2, MQFe1, MQFe2, MQGe2, MQHe1, MQHe2, MQHep2, MQKb1, MQKbp1, MQKc1, MQKcp1, MSAe2, MSBbp1, MSBd2, MSBdp2, MSBe1, MSBe2, MSBep2, MSCe2, MSHdp1, MSHe2, MSHep2, MSLe1, MSLe2, MSJe2, MSKdp2, MSKe1, MSKe2, MSKep1, MSKep2, MSNel, MSNe2, MSNep1, MSNep2, PQAAbp1, PQAAdp1.	19,081	16.35
				ACAB, ACAfp3, ASFl, ASFf2, ASFf3, MABf1, MABf2, MBBf1, MBBfp1, MBBfp2, MBBfp3, MBBfp4, MBBfp5, MBBfp6, MBBfp7, MBBfp8, MBBfp9, MBBfp10, MBBfp11, MBBfp12, MBBfp13, MBBfp14, MBBfp15, MBBfp16, MBBfp17, MBBfp18, MBBfp19, MBBfp20, MBBfp21, MBBfp22, MBBfp23, MBBfp24, MBBfp25, MBBfp26, MBBfp27, MBBfp28, MBBfp29, MBBfp30, MBBfp31, MBBfp32, MBBfp33, MBBfp34, MBBfp35, MBBfp36, MBBfp37, MBBfp38, MBBfp39, MBBfp40, MBBfp41, MBBfp42, MBBfp43, MBBfp44, MBBfp45, MBBfp46, MBBfp47, MBBfp48, MBBfp49, MBBfp50, MBBfp51, MBBfp52, MBBfp53, MBBfp54, MBBfp55, MBBfp56, MBBfp57, MBBfp58, MBBfp59, MBBfp60, MBBfp61, MBBfp62, MBBfp63, MBBfp64, MBBfp65, MBBfp66, MBBfp67, MBBfp68, MBBfp69, MBBfp70, MBBfp71, MBBfp72, MBBfp73, MBBfp74, MBBfp75, MBBfp76, MBBfp77, MBBfp78, MBBfp79, MBBfp80, MBBfp81, MBBfp82, MBBfp83, MBBfp84, MBBfp85, MBBfp86, MBBfp87, MBBfp88, MBBfp89, MBBfp90, MBBfp91, MBBfp92, MBBfp93, MBBfp94, MBBfp95, MBBfp96, MBBfp97, MBBfp98, MBBfp99, MBBfp100.	28,867	24.74
FORESTAL	Forestal Productor	Tierras con pendientes menores al 75%, erosión ligera moderada y severa, pedregosidad en superficie y fragmentos de roca en el perfil, texturas finas a gruesas, fertilidad de baja a alta. Requieren de prácticas de manejo forestal (aprovechamiento y recuperación) para mantener la sostenibilidad del bosque natural o plantado, control de incendios y selección de especies.	FPD	ACAB, ACAfp3, ASFl, ASFf2, ASFf3, MABf1, MABf2, MBBf1, MBBfp1, MBBfp2, MBBfp3, MBBfp4, MBBfp5, MBBfp6, MBBfp7, MBBfp8, MBBfp9, MBBfp10, MBBfp11, MBBfp12, MBBfp13, MBBfp14, MBBfp15, MBBfp16, MBBfp17, MBBfp18, MBBfp19, MBBfp20, MBBfp21, MBBfp22, MBBfp23, MBBfp24, MBBfp25, MBBfp26, MBBfp27, MBBfp28, MBBfp29, MBBfp30, MBBfp31, MBBfp32, MBBfp33, MBBfp34, MBBfp35, MBBfp36, MBBfp37, MBBfp38, MBBfp39, MBBfp40, MBBfp41, MBBfp42, MBBfp43, MBBfp44, MBBfp45, MBBfp46, MBBfp47, MBBfp48, MBBfp49, MBBfp50, MBBfp51, MBBfp52, MBBfp53, MBBfp54, MBBfp55, MBBfp56, MBBfp57, MBBfp58, MBBfp59, MBBfp60, MBBfp61, MBBfp62, MBBfp63, MBBfp64, MBBfp65, MBBfp66, MBBfp67, MBBfp68, MBBfp69, MBBfp70, MBBfp71, MBBfp72, MBBfp73, MBBfp74, MBBfp75, MBBfp76, MBBfp77, MBBfp78, MBBfp79, MBBfp80, MBBfp81, MBBfp82, MBBfp83, MBBfp84, MBBfp85, MBBfp86, MBBfp87, MBBfp88, MBBfp89, MBBfp90, MBBfp91, MBBfp92, MBBfp93, MBBfp94, MBBfp95, MBBfp96, MBBfp97, MBBfp98, MBBfp99, MBBfp100.	28,867	24.74
				ACAB, ACAfp3, ASFl, ASFf2, ASFf3, MABf1, MABf2, MBBf1, MBBfp1, MBBfp2, MBBfp3, MBBfp4, MBBfp5, MBBfp6, MBBfp7, MBBfp8, MBBfp9, MBBfp10, MBBfp11, MBBfp12, MBBfp13, MBBfp14, MBBfp15, MBBfp16, MBBfp17, MBBfp18, MBBfp19, MBBfp20, MBBfp21, MBBfp22, MBBfp23, MBBfp24, MBBfp25, MBBfp26, MBBfp27, MBBfp28, MBBfp29, MBBfp30, MBBfp31, MBBfp32, MBBfp33, MBBfp34, MBBfp35, MBBfp36, MBBfp37, MBBfp38, MBBfp39, MBBfp40, MBBfp41, MBBfp42, MBBfp43, MBBfp44, MBBfp45, MBBfp46, MBBfp47, MBBfp48, MBBfp49, MBBfp50, MBBfp51, MBBfp52, MBBfp53, MBBfp54, MBBfp55, MBBfp56, MBBfp57, MBBfp58, MBBfp59, MBBfp60, MBBfp61, MBBfp62, MBBfp63, MBBfp64, MBBfp65, MBBfp66, MBBfp67, MBBfp68, MBBfp69, MBBfp70, MBBfp71, MBBfp72, MBBfp73, MBBfp74, MBBfp75, MBBfp76, MBBfp77, MBBfp78, MBBfp79, MBBfp80, MBBfp81, MBBfp82, MBBfp83, MBBfp84, MBBfp85, MBBfp86, MBBfp87, MBBfp88, MBBfp89, MBBfp90, MBBfp91, MBBfp92, MBBfp93, MBBfp94, MBBfp95, MBBfp96, MBBfp97, MBBfp98, MBBfp99, MBBfp100.	28,867	24.74



Vocación de Uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas de Suelos*	Área	
					ha	%
CONSERVACIÓN	Áreas de Conservación de Recursos Naturales Y Bio-diversidad	Tierras con pendientes fuertemente escarpadas (>75%), erosión ligera a severa, drenaje moderado a moderadamente excesivo, muy superficiales a profundos, fragmentos de roca en el perfil del suelo y en superficie, afloramientos rocosos en algunas áreas. Requieren prácticas muy fuertes de recuperación, estabilización y control de la erosión, reforestación o regeneración natural, programas de control de incendios.	ARNB	ACAgr3, ACAgr3, MBBg1, MBBg2, MBBgp1, MBCg3, MBDg2, MBEG1, MBEG2, MBEGr3, MCBgp3, MCCgp3, MCDgp1, MCDgp2, MCDgp3, MDBG3, MDBG1, MAg1, MAgp1, MJCg2, MJCg3, MJCgp3, MJCgr3, MJDgr2, MJDgr3, MJCgp2, MJHgr1, MJHgr2, MOCg3, MOCgp1, MODg1, MOEg1, MOEgp1, MOEgr2, MOEgr3, MOAgp2, MQDgp2, MQDgr3, MQJgp2, MQJgp3, MSCg1, MSCg2, MSCg3, MSCgp2, MSCgp3, MSCgr3, MSEgr2, MSFg1, MSFg2, MSFg3, MSFgp3, MSRg1, PYBd3, PYBe3, PYBep3, PYBf3, PYBgp3.	27,120	23.24
	Conservación Y Recuperación	Tierras con pendientes desde ligeramente inclinadas hasta fuertemente escarpadas (>75%), erosión muy severa. Requieren prácticas muy intensas de recuperación, estabilización y control de la erosión, reforestación o regeneración natural, programas de control de incendios.	CRE	MQLaz, TC, DC, ME	2,418	2.07
	Áreas De Reserva Natural	Son tierras protegidas legalmente, de uso exclusivo para la conservación de los recursos naturales, ecosistemas estratégicos para la protección de la flora y la fauna, en las cuales no se permite ningún tipo de actividad extractiva	Parque Regional Reserva Natural Privada Zona de Veda de Volcanes	P.R. RNP ZVV	1,337 1,303 5,028	1.15 1.12 4.31
	Centros Urbanos Centros de Agua	Centros Urbanos Cuerpos de agua (Lago de Atilán)	CU CA	CU CA	1,076 12,340	0.92 10.58
OTRAS				AREA TOTAL	116,680	100

* La información que contienen las Unidades Cartográficas de Suelos y la interpretación de los símbolos se puede consultar en el Capítulo 4 de este documento.



A continuación se presenta en detalle la vocación de las tierras del departamento de Sololá:

6.1.1 Tierras con vocación agrícola

Se definen bajo este concepto todas las tierras que por las características de suelos, relieve y clima permiten el establecimiento de sistemas de producción agrícola con plantas cultivadas de diferentes ciclos de vida, aunque mayormente de ciclo corto e intensivas prácticas culturales.

Las tierras plenamente cultivables en el departamento de Sololá tienen una extensión de 18,522 hectáreas, que corresponden al 15.87% del área total del departamento. Desde el punto de vista de la calidad de los suelos las actividades productivas más recomendadas deben ser agrícolas con cultivos de diferente ciclo de vida, intensidad en el uso de los recursos, tecnología y destino de mercado. A este tipo de vocación corresponden las categorías de Cultivos Transitorios Intensivos (CTI), Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS), Cultivos Permanentes Intensivos (CPI) y Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS).

En la Figura 6.3 se muestra la distribución de los usos principales en las tierras con vocación agrícola.

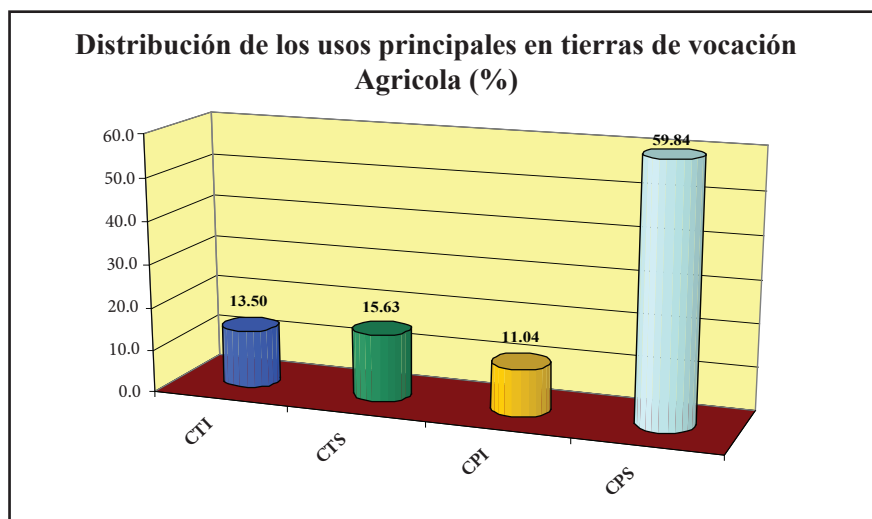


Figura 6.3 Porcentaje de tierras con vocación agrícola: CTI, CTS, CPI y CPS

6.1.1.1 Cultivos transitorios intensivos (CTI)

Estas tierras se localizan en los municipios de Sololá, San Andrés Semetabaj, Santa Lucía Utatlán, San José Chacayá, Nahualá, Santa Clara La Laguna, San Antonio Palopó, Santa Catarina Ixtahuacán, San Lucas Tolimán, Concepción, San Juan La Laguna. Abarcan una extensión de 2,500 hectáreas que corresponden al 13.5% de las tierras con vocación agrícola y al 2.14% del área total del departamento.

A esta categoría pertenecen las fases de las unidades cartográficas: Consociación Cerritos (ASDb1), Consociación Chirijmasa (MOHb1), Consociación Las Cruces (ASCb1), Consociación Santa Lucía Utatlán (AJDb1), Consociación Santa María Visitación (ASBb1) y Consociación Totolyá (POBb1), en tipos de relieve terraza, abanico y mesa; en paisajes de altiplano hidro-volcánico, piedemonte hidro-volcánico y montaña volcano-erosional. Las pendientes dominantes son ligeramente inclinadas (3-7%).



Los suelos se ubican en el clima frío húmedo, semifrío húmedo y templado muy húmedo, caracterizándose por presentar erosión ligera, buen drenaje, suelos profundos, con fertilidad alta, de texturas medias; se han desarrollado sobre depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos, depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez).

Estas tierras presentan pendientes ligeramente inclinadas, son productivas, con ligeras limitaciones para la agricultura y la ganadería intensiva. Requieren ligeras prácticas de conservación de suelos como la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y cortinas rompevientos, también requieren una adecuada fertilización y labranza liviana para evitar la destrucción de la estructura de los horizontes superficiales.

Estas tierras son las mejores del departamento para la producción agrícola y es necesario establecer medidas de conservación de suelos ya que son susceptibles a la erosión eólica e hídrica, sobre todo al dejarlos descubiertos de vegetación, esto sucede en las labores de preparación de tierras. No se recomienda la quema de residuos de las cosechas, estos deben incorporarse al suelo para mejorar la estructura, mantener la humedad y la fertilidad. Asimismo, es importante realizar labores en forma liviana para evitar la formación de horizontes compactados (pisos de arado) que pueden dificultar el drenaje y la aireación.

Estas tierras se pueden dedicar a la producción comercial de cultivos de hortalizas (arveja china, ejote francés, repollo, coliflor, lechuga, otros), granos básicos (maíz, frijol), además de otros cultivos intensivos y ganadería intensiva mediante una adecuada carga animal por hectárea, con razas genéticamente mejoradas, con prácticas de alimentación suplementaria y controles fitozoosanitarios. Un ejemplo de estas tierras se aprecia en la Figura 6.4.



Figura 6.4 Tierras de vocación agrícola (terrazas de altiplano) con uso principal de cultivos transitorios intensivos en güicoy y coliflor (CTI), comunidad Las Cruces del municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: W. González, 2010).

6.1.1.2 Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)

Estas tierras se localizan en los siguientes municipios: Nahualá, Santa Lucía Utatlán, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó, Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá, Santiago Atitlán, San Juan La Laguna, San José Chacayá, San Pedro La Laguna, Santa María Visitación, Panajachel, Santa Clara la Laguna, Concepción, San Lucas Tolimán. Ocupan una extensión de 2,915 hectáreas que corresponden al 15.74% de las áreas con vocación agrícola y al 2.49% del total del departamento. Estas son tierras aptas para el establecimiento de cultivos agrícolas que tienen diferentes ciclos de vida (en general son de ciclo corto como las hortalizas y granos básicos); además es posible el establecimiento de pastos mejorados y ganadería semi-intensiva (ver Figura 6.5).

Esta categoría contiene las fases de las siguientes unidades cartográficas: Consociación Panajachel (MSOc1), Consociación Alaska (MJJb1), Consociación Barberena Oyak (MJNc1), Consociación Chirijmasa (MOHc1), Consociación La Ceiba (PYAc1), Consociación Las Cruces (ASCc1), Consociación San Andrés Semetabaj (MSKb1), Consociación San Gabriel (MQIb1), Consociación Santa Lucía Utatlán (AJDc1), Consociación Tzampetey (MQFb1), Consociación Tzantziapa (MQBb1, MQBc1). Los paisajes donde se ubican son montaña, piedemonte y altiplano, en tipos de relieve abanico, estrato-volcán, glacis, lomas, mesa, terraza y vallecito.

Estas tierras se encuentran en los climas frío húmedo, semifrío húmedo, templado muy húmedo, templado subhúmedo y semicálido muy húmedo. Los materiales parentales identificados son los depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales, depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez).

Poseen pendientes de ligera a moderadamente inclinadas, erosión ligera y generalmente una inadecuada distribución de las lluvias. Suelos superficiales a profundos, con drenaje moderado a bueno, sin encharcamientos ni inundaciones, con fertilidad media a muy alta, texturas medias a finas. Generalmente requieren riego suplementario.

Requieren moderadas prácticas de conservación de suelos, como siembras al contorno, siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas, cortinas rompevientos, adecuada fertilización orgánica y química, riego suplementario. Necesitan un laboreo liviano para no afectar la estructura del suelo y es necesario incorporar restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos para mejorar sus condiciones físico-químicas.



Figura 6.5 Tierras de vocación agrícola con cultivos transitorios semi-intensivos de maíz (CTS), municipio de Santa María Visitación (Foto: W. González, 2010)



6.1.1.3 Cultivos permanentes intensivos (CPI)

Estas tierras se localizan principalmente en los municipios de Sololá, Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán, San Antonio Palopó, San Juan La Laguna, San Andrés Semetabaj, San Lucas Tolimán, Concepción, Santa Catarina Palopó. Tienen una extensión de 2,044 hectáreas correspondientes al 11.04% de las tierras con vocación agrícola y al 1.75 % del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Consociación Buena Vista (MJLd1), Consociación Chirijox (AJCd1), Consociación EFA-Sololá (MSHd1), Consociación La Ceiba (PYAc1), Consociación Las Canoas Altas (ASAd1), Consociación Pachitur (MSIb1, MSIId1), Consociación Reservas de Santo Tomas (MOAd1), Consociación San Andrés Semetabaj (MSKd1), Consociación San José Chacayá (AJAd1), Consociación Nueva Providencia (MOBd1); ubicadas en paisajes de montaña volcano-erosional, piedemonte hidrovolcánico y altiplano hidro-volcánico, en tipos de relieve de lomas, glacis, estrato-volcán y abanico, con pendientes hasta fuertemente inclinadas o menores a 25%.

Se distribuyen en climas frío húmedo, semifrío húmedo, templado muy húmedo y semicálido muy húmedo; presentan erosión ligera, drenaje moderado a bueno; suelos profundos a moderadamente profundos, con fertilidad media a muy alta, texturas medias y finas. Estos suelos han evolucionado sobre depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo) y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez).

Los suelos presentan limitaciones por pendientes, profundidad efectiva y textura del suelo, por lo que poseen vocación agrícola para el establecimiento de cultivos permanentes intensivos (como el cultivo de café bajo sombra en los climas adecuados); asimismo, es posible realizar en ellas actividades ganaderas semi-intensivas con un manejo adecuado que incluya pastos cultivados.

Requieren prácticas moderadas de conservación de suelos y prácticas culturales. No se deben mecanizar y se recomienda realizar prácticas de laboreo muy livianas; es necesaria la siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, la instalación de barreras vivas y muertas; hay que mantener la cobertura vegetal para evitar la exposición del suelo desnudo al impacto de la gota de lluvia; manejo adecuado de la hojarasca, uso de abonos verdes y orgánicos. Se requiere la instalación de barreras contravientos.

En la Figura 6.6 se observan tierras con vocación para cultivos permanentes intensivos.



Figura 6.6 Tierra de vocación agrícola con uso principal de cultivos permanentes intensivos en manzana (CPI), municipio de Santa Lucía Utatlán (Foto: W. González, 2010)



6.1.1.4 Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)

Se localizan en los siguientes municipios: Santiago Atitlán, Santa Catarina Ixtahuacán, Nahualá, San Lucas Tolimán, Sololá, Santa Lucía Utatlán, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, San Andrés Semetabaj, San José Chacayá, Santa María Visitación, Santa Clara La Laguna, San Antonio Palopó, Concepción, Santa Catarina Palopó, Panajachel, Santa Cruz La Laguna. Tienen una extensión de 11,083 hectáreas, que corresponden al 57.50% de las tierras con vocación agrícola y al 9.13% del total del departamento.

Esta categoría comprende las fases de las unidades cartográficas siguientes: Complejo Xecotoj (MSNdp1), Complejo Palopó (MQHc2, MQHd1), Consociación Alaska (MJJd2), Consociación Barberena Oyak (MJNc2), Consociación Buena Vista (MJLb2, MJLc2, MJLd2, MJLdp1, MJLdp2), Consociación Cacahuatate (POAcp1), Consociación Chirijox (AJCd2), Consociación Chuacruz (MSMd1, MSMd2), Consociación EFA-Sololá (MSHc2, MSHd2, MSHdp2), Consociación La Ceiba (PYAd1, PYAdp1), Consociación La Horqueta (MJBd1), Consociación Las Canoas Altas (ASAc2, ASAd2), Consociación Monte Los Olivos (MJId2), Consociación Nahualá (AJBd2), Consociación Pasac (MOFd1, MOFd2), Consociación Pasajquim (MBGd2), Consociación Reservas de Santo Tomás (MOAd2), Consociación San Andrés Semetabaj (MSKd2), Consociación San Pedro (MSBc2, MSBd1), Consociación Sansquim (MSLb2, MSLd2), Consociación Santa Anita (MOIcp1), Consociación Santa María Visitación (ASBc2), Consociación Tzampetey (MQFd1), Consociación Valle Primavera (MSScp1), Consociación Tzantziapa, (MQBbp1, MQBc2, MQBcp2, MQBd1, MQBd2, MQBdp1, MQBdp2), Consociación Nueva Providencia (MOBd2, MOBdp2).

Se ubican en los paisajes: montaña volcano-erosional, altiplano hidrovolcánico y piedemonte hidrovolcánico, en tipos de relieve de abanico, estrato-volcán, glacis, lomas y vallecito. Se ubican en los climas frío húmedo, semifrío húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo, templado muy húmedo y semicálido muy húmedo. Han evolucionado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos superficiales clásticos aluvio coluviales, depósitos superficiales hidro-volcánicos clásticos (tefras, pómez y lodo), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez).

Son tierras con pendientes hasta del 25% (fuertemente inclinadas), con frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo, moderadamente superficiales a profundos, con erosión ligera y moderada, drenaje moderado a moderadamente excesivo, sin encharcamientos ni inundaciones, texturas finas y medias. Fertilidad de media a alta. Poseen mayores limitaciones por pendientes pronunciadas, presencia de fragmentos de roca en el perfil del suelo y erosión ligera y moderada, por lo que poseen vocación agrícola para el establecimiento de cultivos permanentes semi-intensivos (como el cultivo de café bajo sombra); asimismo, es posible realizar en ellas actividades ganaderas semi-intensivas con manejo adecuado que incluya pastos cultivados.

Requieren labranza mínima y prácticas de conservación de suelos: siembra al contorno, barreras vivas y muertas para reducir los efectos de la erosión hídrica y cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica. Es necesario mantener la cobertura vegetal para reducir el impacto de la gota de lluvia. En los climas subhúmedos se requiere riego suplementario. Las tierras con cultivos permanentes semi-intensivos se aprecian en la figura 6.7.



Figura 6.7 Tierra de vocación agrícola con uso principal de cultivos semipermanentes intensivos en café con sombrío (CPI), municipio de San Lucas Tolimán (Foto: W. González, 2010)

6.1.2 Tierras con vocación agroforestal

Las tierras con vocación agroforestal son aquellas que por sus características de clima, pendientes, suelos, erosión y otros, no permiten la utilización exclusiva para usos agrícolas y/o ganaderos en forma intensiva. Por lo tanto, estas tierras deben ser utilizadas con sistemas combinados de actividades agrícolas, ganaderas y forestales, en arreglos tanto espaciales como temporales que minimicen el riesgo de erosión y deterioro del recurso.

Las tierras con vocación agroforestal tienen una extensión de 19,081 hectáreas correspondientes al 16.35% del total de las tierras del departamento de Sololá.

Estas formas de utilización de las tierras responden ampliamente a la necesidad de proteger, conservar y manejar racionalmente los recursos naturales, en forma simultánea con la producción y extracción de productos cultivados por el hombre, en donde además de velar por el mantenimiento de las funciones ecológicas de las tierras, se producen cosechas para beneficio de la población circundante.

Presentan la siguiente categoría:

6.1.2.1 Agrosilvopastoril (ASP)

Se ubica en los municipios de Sololá, San Lucas Tolimán, Nahualá, San Andrés Semetabaj, Santa Catarina Ixtahuacán, Santiago Atitlán, Santa Lucía Utatlán, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, San Antonio Palopó, San José Chacayá, Concepción, Santa Clara La Laguna, Santa María Visitación, Santa Cruz La Laguna, San Marcos La Laguna, Panajachel, San Pablo La Laguna, Santa Catarina Palopó, tienen una extensión de 19,081 hectáreas correspondientes al 100% de las tierras con vocación agroforestal y al 16.35% del total del departamento.



Esta categoría comprende las fases de las unidades cartográficas siguientes: Complejo Xecotoj (MSNe1, MSNe2, MSNep1, MSNep2), Complejo Palopó (MQHe1, MQHe2, MQHep2), Consociación Xepec (MSJe2), Consociación Alaska (MJJe1, MJJe2), Consociación Antigua Tierra Santa (MBAb2, MBAc1, MBAd2, MBAdp2, MBAe1, MBAe2, MBAep1), Consociación Argueta (AJEb1, AJEbp1), Consociación Atitlán (MJAe1, MJAep1), Consociación Buena Vista (MJLe1, MJLe2), Consociación Chipacay (MOGe1), Consociación Chirijox (AJCe2), Consociación Chiriximay (MSCe2), Consociación EFA-Sololá (MSHdp1, MSHe2, MSHe2p2), Consociación El Jaibal (MQKb1, MQKbp1, MQKc1, MQKcp1), Consociación Las Canoas Altas (ASAe1, ASAe2, ASAep2), Consociación Miramar (MJFe1), Consociación Monte Los Olivos (MJJe2, MJJe2p2), Consociación Nahualá (AJBe2), Consociación Naranjales (MQGe2), Consociación Pacaibal (MBFdp1, MBFe1, MBFe2), Consociación Pachitur (MSIe1, MSIe2), Consociación Paquixtán (MSAe2), Consociación Pasac (MOFe2, MOFep1), Consociación Reserva Pachut (PQAAb1, PQAdp1), Consociación Reservas de Santo Tomas (MOAdp2, MOAe1, MOAe2), Consociación Río Nahualate (AJFbp1, AJFcp1), Consociación San Andrés Semetabaj (MSKdp2, MSKe1, MSKe2, MSKep1, MSKep2), Consociación San José Chacayá (AJAe1, AJAe2), Consociación San Pedro (MSBbp1, MSBd2, MSBdp2, MSBe1, MSBe2, MSBep2), Consociación Secún (ASEb1), Consociación Tzampetey (MQFe1, MQFe2), Consociación Xajaxac (MJKe2), Consociación Xepatán (MJEe1), Consociación Tzantziapa (MQBe1, MQBe2, MQBep1, MQBep2).

Se ubica en los paisajes: montaña volcano-erosional, piedemonte hidro-volcánico y altiplano hidrovolcánico, en los relieves abanico, domo, estrato-volcán, filas y vigas, glacis, lomas, terrazas y vallecitos. Se han desarrollado en los climas frío húmedo, semifrío húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo y templado muy húmedo. Los suelos han evolucionado a partir de depósitos superficiales clásticos aluvio coluviales, depósitos superficiales clásticos gravigénicos, depósitos superficiales clásticos hidro-volcánicos (tefras, pómez y lodo), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez). Las pendientes pueden llegar hasta 50%; con erosión ligera y moderada, presentan menos del 50% de pedregosidad en superficie y fragmentos de roca en el perfil del suelo menores al 60% , texturas finas a gruesas, profundidad efectiva de superficial a profunda, fertilidad de baja a muy alta, drenaje de moderado a moderadamente excesivo.

Poseen vocación agroforestal y como uso principal se pueden desarrollar actividades silvopastoriles, con cultivos permanentes (como café bajo sombra y frutales).



Figura 6.8 Tierras con vocación agroforestal y silvopastoril, municipio de Santa Catarina Ixtahuacán (Foto: M. Tum, 2010)



6.1.3 Tierras con vocación forestal

Son aquellas tierras que por sus condiciones de pendientes, suelos y riesgo de erosión, deben ser de producción. Las plantaciones forestales pueden ser con especies nativas o exóticas; los bosques naturales deben regenerarse con especies nativas. Las tierras con vocación forestal corresponden al 24.74% del total del territorio del departamento que equivale a 28,867 hectáreas. Presentan la siguiente categoría:

6.1.3.1 Forestal productor (FPD)

Están localizadas en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Santiago Atitlán, Sololá, Nahualá, San Pedro La Laguna, San Lucas Tolimán, Santa Lucía Utatlán, San Andrés Semetabaj, San Juan La Laguna, Santa María Visitación, Concepción, San Antonio Palopó, San José Chacayá, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Santa Clara La Laguna, Panajachel, Santa Catarina Palopó; abarcan una extensión de 28,867 hectáreas que corresponden al 100% de las tierras de vocación forestal y al 24.74% del total del departamento.

Esta categoría incluye las fases de las unidades cartográficas siguientes: Complejo Santa Cruz La Laguna (MQDfr3), Consociación Cerro de Oro (MQAfp2), Consociación Antigua Santa Catarina (MBEf2, MBEfpr3), Consociación Antigua Tierra Santa (MBAf1, MBAf2), Consociación Atitlán (MJAf1, MJAf2), Consociación Cerro La Cruz (MSGfp3), Consociación Cerro Paerá (MJHfr1, MJHfr2), Consociación Chiguarabal (MSDf1, MSDf2), Consociación Chiquix (MDCd2, MDCe2), Consociación Chirijximay (MSCf1, MSCf3, MSCfpr2, MSCf2), Consociación Churruneles (MJCf1, MJCf2, MJCfp2, MJCf2), Consociación La Providencia (MOEf1, MOEf2, MOEfpr1, MOEf1, MOEf3), Consociación La Torre (MCAf1, MCAf2), Consociación Las Canoas Bajas (ASFf1, ASFf2, ASFf3), Consociación María Tecún (MJGf2, MJGfp2), Consociación Metzabal (MOCf1, MOCfpr1, MOCf1, MOCf2), Consociación Miramar (MJFf1), Consociación Monte Quiná (MYAf1, MYAf2), Consociación Nueva Vida (POCf3, POCfp1), Consociación Pacamán (MSEf2, MSEf3, MSEf2), Consociación Panaranjo (MQEf3, MQEf2), Consociación Paquixtán (MSAfp1), Consociación Reservas de Santo Tomas (MOAf1), Consociación Sabalpop (MSQf1, MSQf2), Consociación San Andrés Semetabaj (MSKe3), Consociación San Pedro (MSBf1, MSBf2, MSBf3), Consociación Santa Teresa (MODf1), Consociación Santiago Atitlán (MBBf1, MBBfp1, MBBfpr1, MBBf1, MBBf2), Consociación Siete Cruces (MJDf1, MJDf2), Consociación Tolimán (MDBd1, MDBfp1), Consociación Tzantziapa (MQBf2), Grupo Indiferenciado Cascadas de Nicá (MCCf3, MCCfp3), Grupo Indiferenciado Chichivoy (MQCf2, MQCfp1, MQCfp2), Grupo Indiferenciado Chuichumil (MCDfpr3), Grupo Indiferenciado Las Canoas (MSPf1, MSPf2, MSPfp2), Grupo Indiferenciado Río Pixabaj (MJMf3), Grupo Indiferenciado Tzucubal (ACAf3, ACAfp3), Grupo Indiferenciado Tamalaj (MCBep3, MCBfp3); se ubican en altiplano hidro-volcánico, piedemonte hidro-volcánico y montaña volcano-erosional, en tipos de relieve domo, escarpe, estrato-volcán, filas y vigas, glaciés, lomas, cañones y cañadas.

Los climas en los que se encuentran estos suelos son: muy frío húmedo, frío húmedo, semifrío húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo, templado muy húmedo, semicálido muy húmedo, semifrío húmedo a frío húmedo, templado subhúmedo a semifrío húmedo, templado muy húmedo a templado húmedo, semicálido muy húmedo a frío húmedo. Se han desarrollados sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas), depósitos superficiales clásticos gravigénicos y rocas graníticas (granito, granodiorita).

Estos tierras menores al 75%; la erosión es ligera, moderada y severa; con drenaje moderado a moderadamente excesivo, suelos superficiales a profundos, abundante pedregosidad en superficie y fragmentos de roca en el perfil del suelo; texturas finas a gruesas y fertilidad de baja a alta.



Figura 6.9 Tierras con vocación forestal de producción de maderas, leña, etc., carretera a Chocruz (Totonicapán), municipio de Nahualá (Foto: W. González, 2010)

La vocación de estas tierras es forestal y el uso principal es Forestal Productor (FPD), las actividades forestales tanto el manejo del bosque natural para producir madera como las plantaciones forestales deben realizarse de acuerdo a un plan de manejo que incluya un inventario forestal e identificación de árboles semilleros (para bosques naturales) o establecimiento (para plantaciones forestales), extracción tecnificada, protección ambiental, control de plagas y control de incendios.

6.1.4 Tierras con vocación para la conservación

Son tierras destinadas a la conservación de los recursos naturales; en el departamento de Sololá comprenden las categorías: Áreas de Conservación de los Recursos Naturales y la Biodiversidad (ARNB); Conservación y Recuperación (CRE), y Áreas de Reserva Natural (Zona de Veda de Volcanes, Parque Regional, Reserva Natural Privada y Cuerpos de Agua). Las tierras dedicadas a la Conservación de los Recursos Naturales y la Biodiversidad, su propósito fundamental es la conservación y preservación de las especies vegetales y animales, los hábitats etnoculturales y de turismo dirigido; las tierras para la Conservación y Recuperación son aquellas que han sufrido un proceso muy severo de deterioro por lo que deben conservarse y recuperarse. Las Áreas de Reserva Natural poseen protección legal por ser áreas de protección de los recursos naturales y culturales, así como ecosistemas estratégicos para la protección de la flora y fauna, en los cuales no se permite ningún tipo de actividad extractiva. Las tierras con vocación para la conservación abarcan 37,206 hectáreas lo que equivale a un 31.89% del total del departamento. En la Figura 6.10 se muestra la distribución de los usos principales en las tierras con vocación para la conservación.

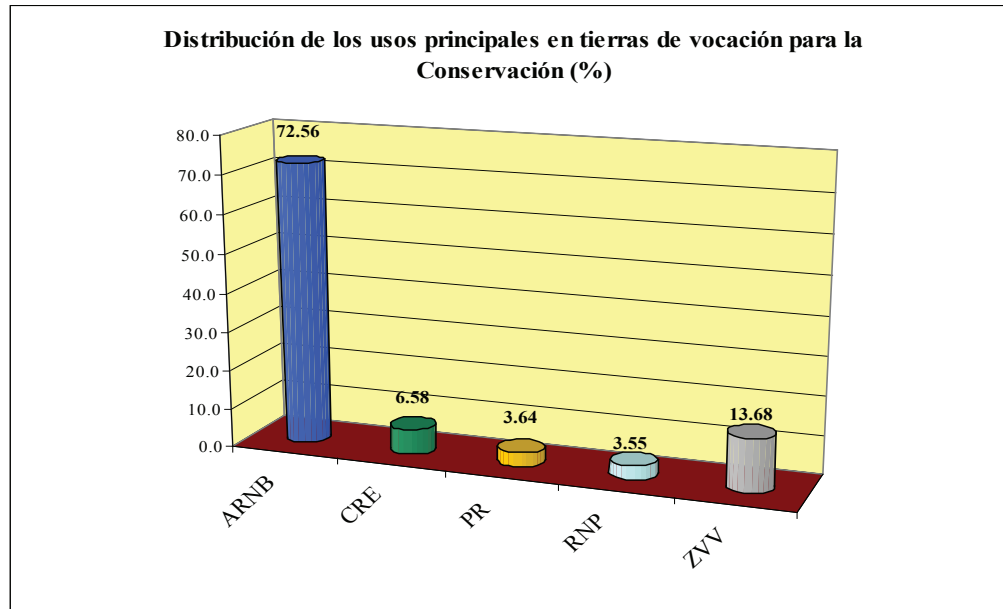


Figura 6.10 Tierras con vocación para la conservación (ARNB, CRE, PR, RNP, ZVV)

6.1.4.1 Áreas de conservación de recursos naturales y biodiversidad (ARNB)

Se localizan principalmente en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán, Nahualá, Santiago Atitlán, Sololá, San Lucas Tolimán, San Pedro La Laguna, Santa María Visitación, San Juan La Laguna, Santa Lucía Utatlán, San Antonio Palopó, Santa Cruz La Laguna, Santa Clara La Laguna, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Andrés Semetabaj, San José Chacayá, Concepción. Poseen una extensión de 27,120 hectáreas, que corresponden al 72.89% de su categoría y 23.24% del total de las tierras del departamento.

Esta categoría comprende las fases de las consociaciones siguientes: Asociación Tzumajul (MSFg1, MSFg2, MSFg3, MSFgp3), Complejo Santa Cruz La Laguna (MQDgpr2, MQDgr3), Consociación Cerro de Oro (MQAgp2), Consociación Antigua Santa Catarina (MBEg1, MBEg2, MBEgr3), Consociación Atitlán (MJAgr1, MJAgr2), Consociación Cerro Paerá (MJHgr1, MJHgr2), Consociación Chiriximay (MSCg1, MSCg2, MSCg3, MSCgp2, MSCgp3, MSCgr3), Consociación Churruneles (MJCg2, MJCg3, MJCgp3, MJCgr3), Consociación El Salvador (MBCg3), Consociación Ixtacapa (PYBd3, PYBe3, PYBep3, PYBf3, PYBgp3), Consociación La Providencia (MOEg1, MOEgp1, MOEgr2, MOEgr3), Consociación María Tecún (MJGgp2), Consociación Metzabal (MOCg3, MOCgp1), Consociación Pacamán (MSEgr2), Consociación Pampojilá (MBDg2), Consociación Santa Teresa (MODg1), Consociación Santiago Atitlán (MBBg1, MBBg2, MBBgp1), Consociación Siete Cruces (MJDgr3), Consociación Tajancarón (MSRg1), Consociación Tolimán (MDBg3, MDBgr1), Grupo indiferenciado Cascadas de Nicá (MCCgp3), Grupo indiferenciado Chuichumil (MCDgpr1, MCDgpr2, MCDgpr3), Grupo indiferenciado Mirador Agua Escondida (MQJgpr2, MQJgpr3), Grupo indiferenciado Tzucubal (ACAg3, ACAgp3), Grupo indiferenciado Tamalaj (MCBgp3).

Se ubican en montaña volcano-erosional, piedemonte hidro-volcánico y altiplano hidro-volcánico, en los tipos de relieve domo, escarpe, estrato-volcán, filas y vigas y cañones. Las tierras de esta categoría se ubican en los climas: muy frío húmedo, frío húmedo, semifrío húmedo, templado húmedo, templado muy húmedo, templado subhúmedo, semicálido muy húmedo, semicálido muy húmedo a frío húmedo,

semifrío húmedo a frío húmedo, y templado subhúmedo a semifrío húmedo. Se han desarrollado sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas) y rocas graníticas (granito, granodiorita).

Las pendientes son fuertemente escarpadas (superiores al 75%), con erosión ligera a severa, drenaje natural moderado a moderadamente excesivo, fragmentos de roca en el perfil del suelo y pedregosidad superficial; texturas finas a gruesas; profundidad efectiva muy superficial a profunda. La vocación de estos suelos es la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (ver Figura 6.11). Requieren prácticas de conservación, reforestación o regeneración natural y programas de control de incendios.



Figura 6.11 Tierras con vocación para la conservación de los recursos naturales y biodiversidad. Mirador del Parque Chuiraxamoló, municipio de Santa Lucía Utatlán, al fondo los volcanes de San Pedro, Atitlán y Tolimán, rodeando el lago de Atitlán (Foto: W. González, 2010).

6.1.4.2 Conservación y recuperación (CRE)

Pertenecen a esta categoría las áreas inundadas, áreas de tierras de ceniza, las áreas misceláneas de depósitos de cauce y las áreas misceláneas erosionadas, ubicadas en los municipios de Santiago Atitlán, San Andrés Semetabaj, Concepción, Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá, San Antonio Palopó, Panajachel, San José Chacayá, San Lucas Tolimán, Nahualá, San Pedro La Laguna. Abarcan una extensión de 2,418 hectáreas, que corresponden al 6.58% de su categoría y 2.07 % del total de las tierras del departamento.

Esta categoría (Figura 6.11) comprende las fases de las unidades: Consociación Bahía de Santiago (MQLaz), Áreas Misceláneas de Depósitos de Cauce (DC); Áreas Misceláneas Erosionadas (ME), Áreas Misceláneas de Tierras de Ceniza (TC).



El paisaje corresponde con montañas volcano-erosional; en los climas: extremadamente frío húmedo, muy frío húmedo, frío húmedo, semifrío húmedo, templado húmedo y templado subhúmedo, sobre materiales piroclásticos no consolidados (tefras, cenizas y pómez), depósitos piroclásticos consolidados (tobas), depósitos superficiales clásticos aluvio-coluviales y rocas graníticas (granito, granodiorita).

Las pendientes van desde ligeramente inclinadas hasta fuertemente escarpadas, con erosión muy severa, provocada por causas naturales (deslizamientos, sismos y tormentas), o porque han sido fuertemente alteradas con usos inapropiados (apertura de carreteras, usos agropecuarios en pendientes muy marcadas). La vocación de estos suelos es la conservación de la cobertura boscosa, protección de los recursos hídricos y la biodiversidad.

Requieren prácticas muy intensas de recuperación, estabilización y control de la erosión como el control de cárcavas, la reforestación o regeneración natural y programas de control de incendios.



Figura 6.12 Tierras con vocación para la conservación y recuperación de los recursos naturales. La panorámica corresponde a un escarpe de terraza del paisaje de altiplano, estos tipos de relieve al estar ubicados sobre materiales piroclásticos no consolidados son muy susceptibles a la erosión hídrica. Municipio de San Andrés Semetabaj (Foto: W. González, 2010).

6.1.4.3 Áreas de reserva natural

Son tierras protegidas legalmente, de uso exclusivo para la conservación de los recursos naturales, ecosistemas estratégicos para la protección de la flora y la fauna en las cuales no se permite ningún tipo de actividad extractiva.

En las áreas de reserva natural están los parque regionales, reserva natural privada y zonas de veda en volcanes que suman una extensión de 7,668 hectáreas correspondientes al 20.86% del área con vocación para la conservación y al 6.57% del total de las tierras del departamento de Sololá.

Estas áreas deben responder ampliamente a la necesidad de proteger y conservar los recursos naturales, velando por el mantenimiento de las funciones ecológicas de las tierras.

Presentan las siguientes categorías:

6.1.4.3.1 Parques Regional (PR)

Dentro del departamento existe un área dedicada a la recreación, protección y conservación que se localizan en los municipios de Sololá, Nahualá y Santa Clara La Laguna, (Figura 6.13), con una extensión de 1,337 hectáreas, que corresponden al 3.64% de las áreas de conservación y al 1.15%, del total de las tierras del departamento.



Figura 6.13 Parque Regional Municipal Cerro Chuirá .X. amoló, municipio Santa Clara La Laguna (Fotos: W. González, 2010).

6.1.4.3.2 Reserva natural privada (RNP)

En el departamento existen áreas dedicadas a la conservación y recreación, de carácter privado (ver figura 6.14); se ubican principalmente en los municipios de Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán, Nahualá, San Pedro La Laguna; con una extensión de 1,303 hectáreas, que corresponden al 3.54% de las áreas de conservación y al 1.12%, del total de las tierras del departamento.



Figura 6.14 Reserva Natural Privada, en camino que conduce de Nahualá a Antigua Santa Catarina (Fotos: C. García, 2010).



6.1.4.3.3 Zona de veda en los volcanes (ZVV)

Estas zonas se encuentran ubicadas en los municipios de Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán (Figura 6.12). Abarca 5,028 hectáreas, que corresponden al 13.68% de las áreas de conservación y al 4.31% del total de las tierras del departamento.



Figura 6.15 Laderas superiores del volcán Santo Tomás y Pico Zunil, municipio de Nahualá (Ortofoto: UPGGR-MAGA, 2006)

6.1.5 Otras categorías

6.1.5.1 Centros Urbanos (CU)

A esta categoría pertenecen las cabeceras municipales de los 19 municipios, los que a su vez se dividen en aldeas y caseríos (Figuras 6.17 y 6.18); ocupan una extensión de 1,076 hectáreas, que corresponden al 0.92% del total de las tierras del departamento. Los municipios integran el departamento son: Panajachel, Sololá, San Lucas Tolimán, Nahualá, Santiago Atitlán, Santa Catarina Ixtahuacán, San Pedro La Laguna, Santa Clara la Laguna, San Andrés Semetabaj, San Juan La Laguna, San Antonio Palopó, San Pablo La Laguna, Santa Lucía Utatlán, Santa Catarina Palopó, Santa María Visitación, San Marcos La Laguna y Santa Cruz La Laguna.



Figura 6.16 Palacio municipal del municipio de Santa Lucía Utatlán
(Foto: W. González, 2010)



Figura 6.17 Muelle o embarcadero sobre el lago de
Atitlán en el municipio de Panajachel
(Foto: W. González, 2010)



6.1.5.2 Cuerpos de Agua (CA)

En la Figura 6.18 se aprecia el lago de Atitlán, ocupa un área de 12,340 hectáreas equivalentes al 10.58% del área total del departamento de Sololá, colinda con los municipios de San Pedro La Laguna, San Antonio Palopó, Santa Cruz La Laguna, Sololá, Santiago Atitlán, Panajachel, San Marcos La Laguna, Santa Catarina Palopó, San Juan La Laguna, San Lucas Tolimán, San Pablo La Laguna; tiene una longitud de aproximadamente 18 kilómetros y una profundidad máxima de 350 metros.



Figura 6.18 Vista parcial del Lago de Atitlán en el departamento de Sololá. En la ladera izquierda del cráter se divisa el municipio de San Antonio Palopó (Foto: W. González, 2010).



6.2 BIBLIOGRAFÍA

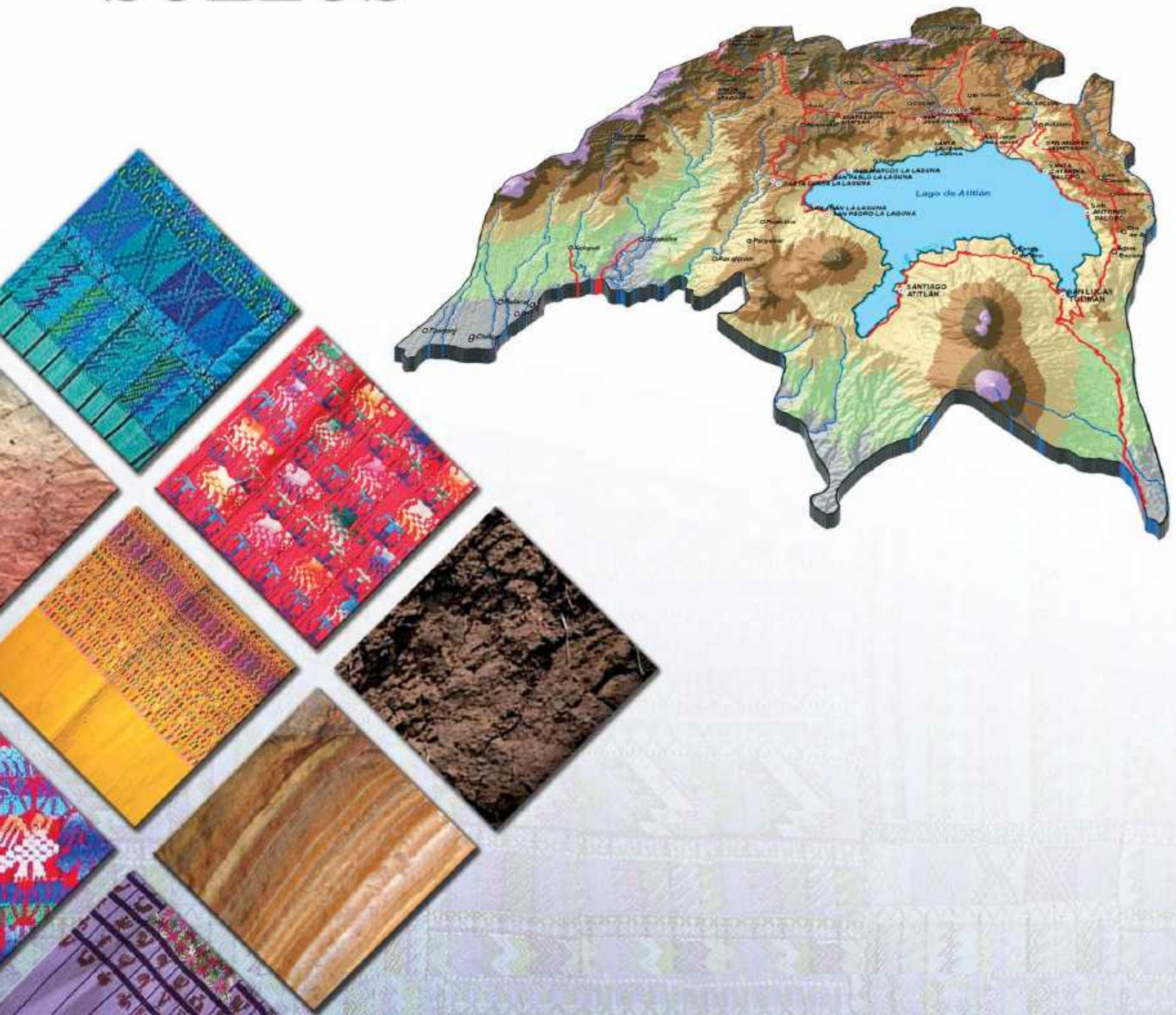
CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS – CONAP, 2003. Informe nacional de áreas protegidas de Guatemala. Guatemala, Presidencia de la República, CONAP. 37 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). SUBDIRECCIÓN DE AGROLOGÍA. 2002. Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia. República de Colombia, Bogotá, D.C. 94 p.

-----, **2007.** Manual de campo para levantamientos de suelos y tierras. República de Colombia, Bogotá, D.C. 148 p.

CAPÍTULO 7

APLICACIONES ADICIONALES DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS





7. APLICACIONES ADICIONALES DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

En los capítulos anteriores se presentaron dos aplicaciones de los levantamientos de suelos: la Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso y la Zonificación de Tierras, con la finalidad de agrupar unidades de tierras con limitaciones y aptitudes similares.

Las aplicaciones adicionales que conforman este capítulo hacen referencia a características, propiedades y cualidades de los suelos y las tierras del departamento de Sololá que deben resaltarse por su importancia agrícola, ecológica o ambiental.

El capítulo está diseñado de manera tal que inicialmente se muestre la distribución espacial de las principales propiedades físicas y químicas de los suelos. El capítulo se complementa con cinco aplicaciones de aspectos ambientales que pueden ser utilizadas por planificadores y/o expertos en medio ambiente, recursos naturales y ordenamiento del territorio.

El objetivo del capítulo radica en mostrar, de manera fácil y visual, la distribución espacial de las principales características de los suelos, comentar su importancia y derivar aplicaciones prácticas, obviamente de tipo general. Para su expresión gráfica en los mapas que acompañan el capítulo se ha utilizado la “norma del semáforo” mediante la cual el color verde se asocia con lo adecuado, rico, abundante o sin limitaciones considerables; caso opuesto al color rojo donde prevalece lo inadecuado, pobre, escaso o con limitaciones severas. Intermedio entre ellos, el amarillo se vincula con valores y características intermedias, donde la prevención, el cuidado, el manejo y la medida deben prevalecer.

Con la finalidad de establecer el alcance y la validez de los resultados que se comentan a continuación, se hace especial énfasis en los siguientes aspectos:

- Los suelos, en su gran mayoría, son de los órdenes Andisol, Inceptisol y Molisol (los dos últimos con numerosos intergrados ándicos), provenientes de tefras (materiales de origen volcánico). Su grado de evolución varía de bajo a moderado (ver leyenda del mapa de suelos) y su acidez es baja (solamente 3.4% presenta valores de pH inferiores a 5.5).
- En los análisis de laboratorio, en el caso de las texturas, se presentaron problemas debido a su baja dispersión; por ello se decidió consignar los resultados de campo y con ellos conformar los grupos texturales. En el aspecto de la retención de humedad se utilizaron tensiones de 1/3 y 15 bares para la estimación de la humedad aprovechable; determinar la humedad a 1/3 de bar como estimación de la capacidad de campo en estos suelos y considerar valores menores de 15 bares para el punto de marchitamiento permanente ameritan investigación adicional con la finalidad de conocer, con mayor precisión, la “humedad aprovechable” de estos suelos.
- A través del capítulo se hacen algunos comentarios con la finalidad de resaltar algunos aspectos que ameritan investigación en el tema de los Andisoles y subgrupos ándicos de los Inceptisoles y Molisoles del país.
- En cada tema tratado se incluye su concepto, importancia, resultados obtenidos y sus aplicaciones generales.





7.1 ASPECTOS FÍSICOS MÁS RELEVANTES

A continuación se comentan los aspectos físicos más relevantes de los suelos en los horizontes superficiales del departamento de Sololá.

Los temas tratados son los siguientes:

- Grupos texturales
- Porosidad total
- Retención de humedad
- Drenaje natural
- Profundidad efectiva radicular

7.1.1 Grupos texturales de los horizontes superficiales (horizontes A)

La textura de los suelos se refiere a la cantidad relativa de arena, limo y arcilla que estos presentan. Su determinación se lleva a cabo en la fracción menor de 2 mm de diámetro. La importancia de la textura se vincula teóricamente con muchas propiedades de los suelos, por ejemplo: retención de humedad (suelos de texturas gruesas o arenosas no retienen agua, suelos arcillosos sí), infiltración (los suelos arenosos permiten que el agua se infiltre, mientras que los arcillosos tienden a que ello demore más), drenabilidad (las texturas gruesas la facilitan, las arcillosas la disminuyen), aireación (suelos arenosos tienen poros más grandes que los arcillosos, el aire y el agua transitan más fácilmente, pero no la retienen, en cambio los arcillosos tienen mayor porosidad total, pero esta se vincula con poros pequeños que retienen el agua pero que no facilitan la aireación), profundidad efectiva para el crecimiento y desarrollo de las raíces (suelos arenosos permiten un fácil desarrollo de las raíces, pero no retienen nutrientes ni humedad para ellas, lo contrario sucede a medida que el contenido de arcillas es mayor).

El manejo que se le da al suelo, dependiendo de su textura, es diferente; así por ejemplo, su preparación, prácticas culturales y tipo de riego varían de acuerdo con ella: a medida que el porcentaje de arcilla es mayor por lo general se requieren mayores labores, lo contrario si es alto el porcentaje de arenas. La cantidad y frecuencia del riego también cambian: los suelos arcillosos requiere riegos más espaciados en el tiempo y cantidades mayores de agua, lo contrario sucede cuando la arena predomina en ellos. Por su importancia, la textura ha sido considerada como un “indicador” de las propiedades físicas de los suelos.

Los planteamientos previos muestran la importancia general de esta característica; no obstante su aplicación a condiciones particulares debe estudiarse con mayor detalle. Ello, en gran parte, se debe a que una sola característica (ejemplo: la textura) no determina la dinámica de los suelos (en este caso muchas veces la estructura puede modificar su comportamiento). Además y más importante, el origen y la evolución que presentan los suelos (en Sololá asociados con tefras y por los productos derivados de ellas durante su evolución) influyen en su importancia. Por ello para la caracterización textural, en laboratorio, debe asegurarse la dispersión de la muestra (Maeda et. al., 1977).

En el mapa de la Figura 7.1 se presentan los resultados de esta característica, referidos a los horizontes superficiales de los suelos del departamento, consignando las texturas de campo. Los grupos corresponden a la integración de clases de texturas en términos de: Finas (predominio de partículas pequeñas, como las arcillas), Gruesas (abundancia de partículas grandes como las arenas) y Medias (equilibrio en las proporciones de arenas, limos y arcillas), Soil Survey Staff, 1993.



En el departamento dominan las texturas francas, moderadamente finas y moderadamente gruesas (79.8%), las texturas finas están presentes en el 7.4% de los suelos y las gruesas son prácticamente nulas (0.2%). El 12.6% restante corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

Lo anterior implica que las prácticas de riego deban considerar láminas de volúmenes medios y altos, espaciadas en el tiempo y que la fertilización deba realizarse con cuidado, ya que muchos de los fertilizantes pueden perderse (lavarse) durante la época lluviosa; fraccionarlos en el tiempo evitaría su pérdida, obviamente dependiendo de sus características y de la etapa de crecimiento en que los necesita la planta.

En todos los suelos se recomienda incorporar materiales orgánicos, con la finalidad de mejorar la estructura mediante la generación de agregados estables.

Debe recordarse que, desde un punto de vista agrícola, la estructura (agrupación de las partículas del suelo en agregados o terrones) tiende a disminuir los efectos desfavorables que la textura pueda tener; no obstante para ello se necesita que exista un agente que una o “pegue” las partículas: los materiales orgánicos descompuestos (humus del suelo).

Las prácticas de preparación y manejo de tierras, especialmente en los suelos con influencia volcánica, deben llevarse a cabo de manera muy cuidadosa y en forma muy liviana, tratando de no pulverizarlos.

7.1.2 Porosidad total de los horizontes superficiales

La aireación de los suelos, su contenido de humedad, el paso del agua, el intercambio gaseoso, la composición de su atmósfera y la facilidad para que las raíces puedan penetrar y nutrirse dependen de lo porosos que estos sean y de la proporción que tengan entre poros grandes (macroporos) y poros pequeños (microporos).

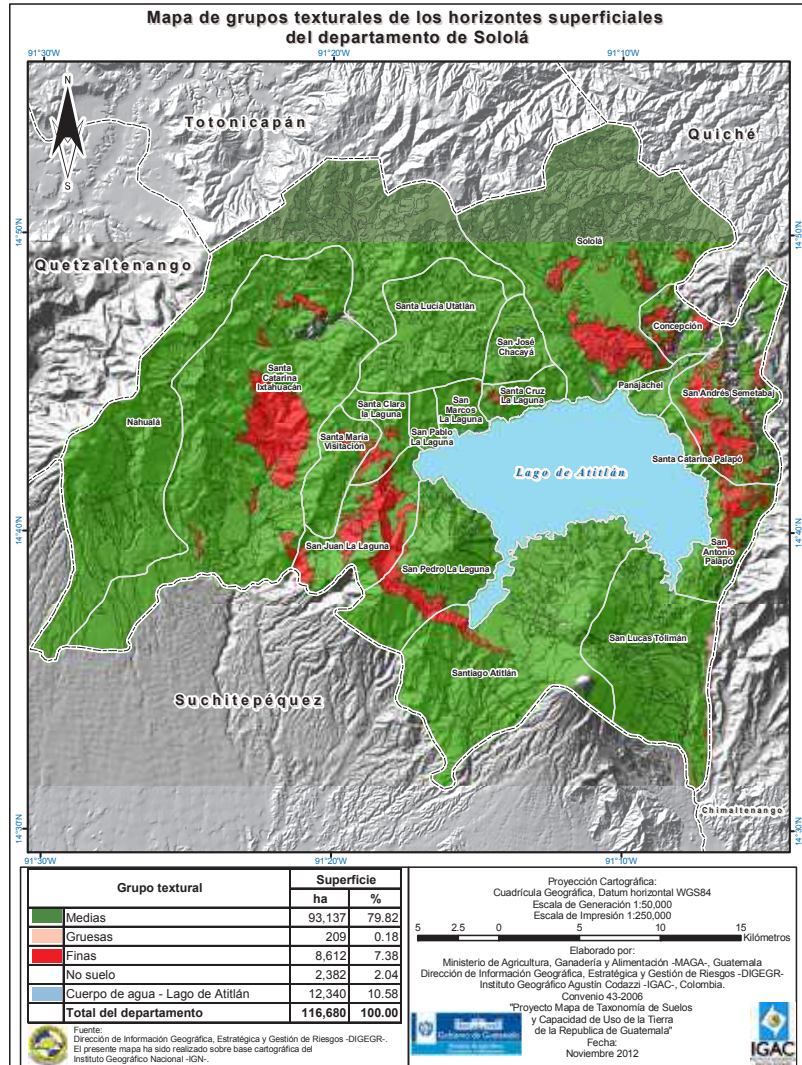


Figura 7.1 Grupos texturales de los horizontes superficiales en los suelos del departamento de Sololá.

Los poros grandes permiten que entre el aire a los suelos y que algunos productos resultantes de la actividad de las raíces y de los organismos puedan ser evacuados. A su vez facilitan el paso del agua, pero no la retienen; las raíces no encuentran obstáculo para penetrar físicamente, pero pueden tenerlo si las condiciones del clima han eliminado sus nutrientes por lavado o, caso contrario, si la deficiencia de humedad impide su absorción.

Los poros pequeños retienen la humedad del suelo, no facilitan la evacuación del agua y no ayudan al intercambio gaseoso entre el aire y el suelo.

Una proporción adecuada de poros grandes y pequeños es conveniente en los suelos dado que las ventajas y desventajas, anteriormente comentadas, están balanceadas, lo cual favorece a las plantas y a los organismos del suelo.

En la Figura 7.2 se presenta el mapa de porosidad total de los suelos del departamento sin establecer sus diferencias por tamaño de poros.

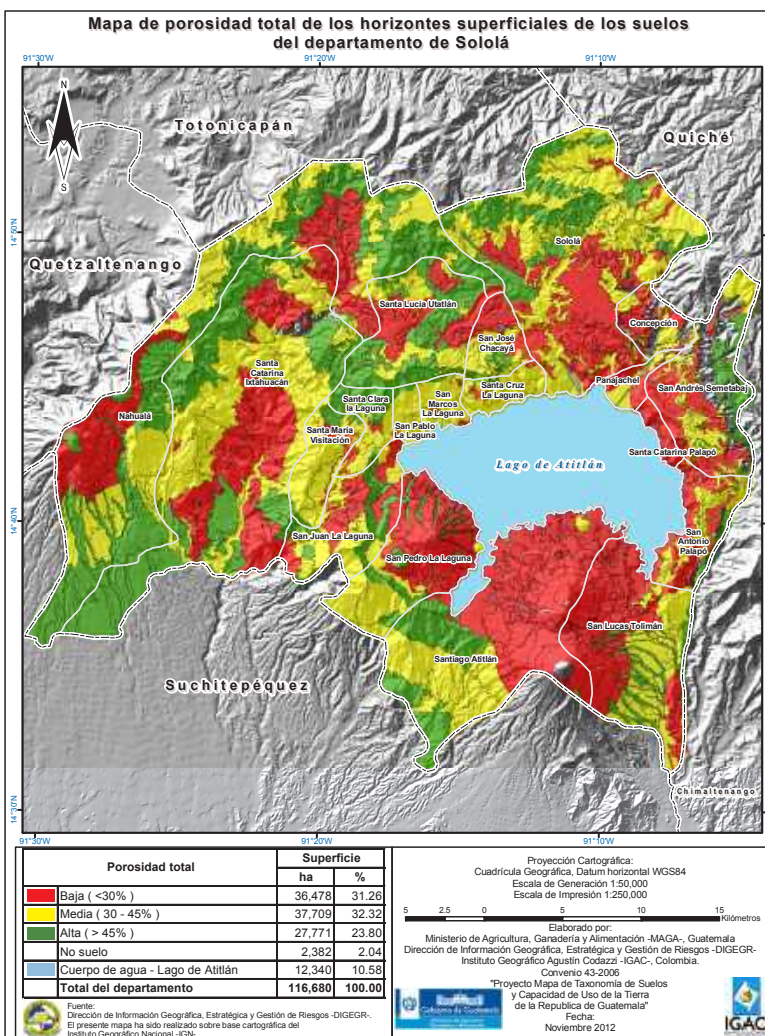


Figura 7.2 Porosidad total de los horizontes superficiales de los suelos del departamento de Sololá

Los resultados del estudio indican que las porosidades medias y altas abarcan el 56.1% (las porosidades medias corresponden al 32.3%). El 31.3% de los suelos presentan baja porosidad total.

Los resultados sobre la porosidad del suelo, referidos al horizonte superficial, están relacionados con las texturas, estructura, contenido de materia orgánica y con las prácticas de manejo predominantes de los suelos; puede verse afectada por el efecto de la compactación vinculada con labores de cultivo o por procesos naturales propios de la influencia y dinámica de las cenizas volcánicas, abundantes en el departamento. Cualquiera que sea su causa esta debe ser motivo de investigaciones futuras, dada la importancia del tema y sus implicaciones en las prácticas de manejo de las tierras.



7.1.3 Retención de Humedad de los suelos

La humedad del suelo es fundamental para los seres vivos que lo habitan; las plantas la requieren para su desarrollo y producción, los demás organismos para su supervivencia y desarrollo. Cuando las condiciones climáticas establecen restricciones se requiere del riego para suplirla; en el caso presente los suelos sufren deficiencia por cerca de cinco meses. Ello hace que la capacidad que presenta el suelo para retenerla, en un rango que permita que las plantas la absorban, se constituya en una propiedad de gran importancia para la productividad agrícola de las tierras.

El mapa que se presenta en la Figura 7.3 muestra que la capacidad de retención de humedad de los horizontes superficiales de los suelos del departamento es muy baja y baja en un 30.1%, media 21.5% y alta en el 35.8% de los suelos.

Los resultados anotados determinan la necesidad de riego; su intensidad y frecuencia varían de acuerdo con la retención de humedad de cada suelo en particular.

7.1.4. Drenaje Natural

El drenaje natural hace referencia a la frecuencia y duración de los periodos húmedos en condiciones similares a las de formación del suelo (Soil Survey Staff, 1993). La velocidad a la cual el agua es removida del suelo constituye su característica más distintiva.

Los drenajes naturales extremos (moderadamente excesivo o muy pobremente drenado) afectan desfavorablemente a las plantas y organismos del suelo. Si es moderadamente excesivo las plantas presentan dificultad para tomar el agua que requieren y si es muy pobre, la falta de oxígeno disuelto en el agua afecta su desarrollo.

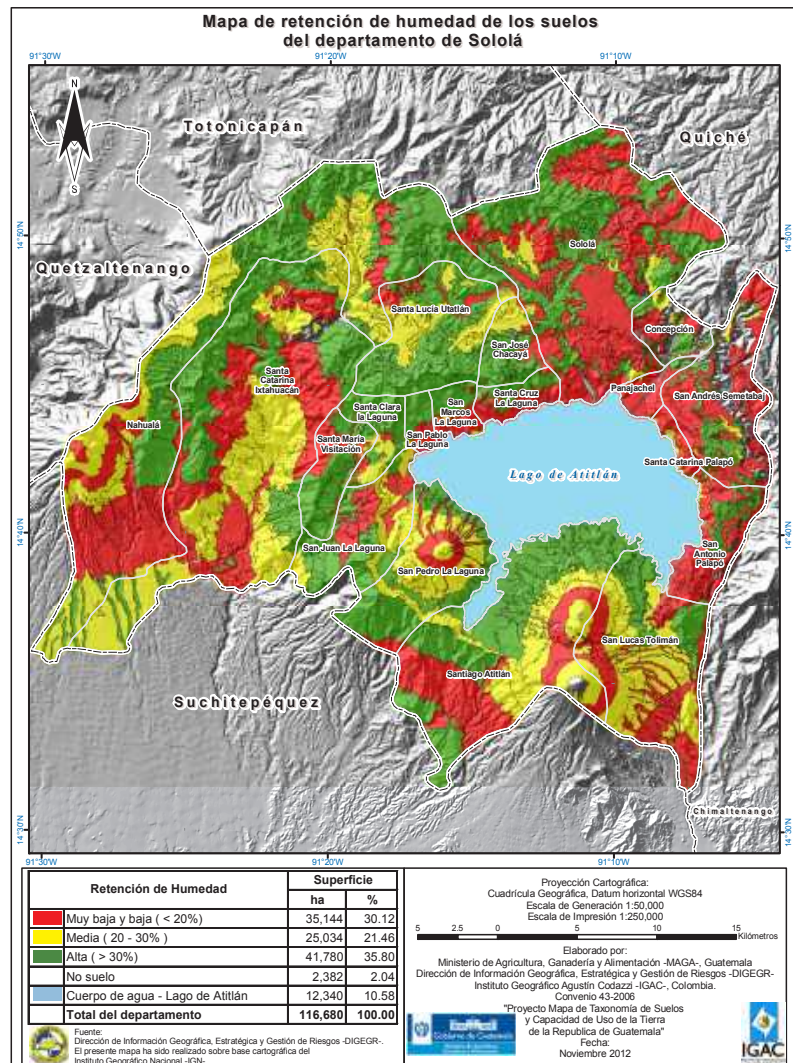


Figura 7.3 Retención de humedad de los suelos del departamento de Sololá

El mapa que se presenta en la Figura 7.4, muestra que el 43.3% de las tierras del departamento son bien drenadas. De los extremos, antes mencionados, el 37.0% tienen drenaje moderadamente excesivo y el 0.04% lo tienen ya sea imperfecto o pobre. El 7.1% de los suelos lo presentan moderado; el 12.6% corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua. Las fuertes pendientes y las texturas dominantes en el departamento, explican el comportamiento del drenaje natural de las tierras.

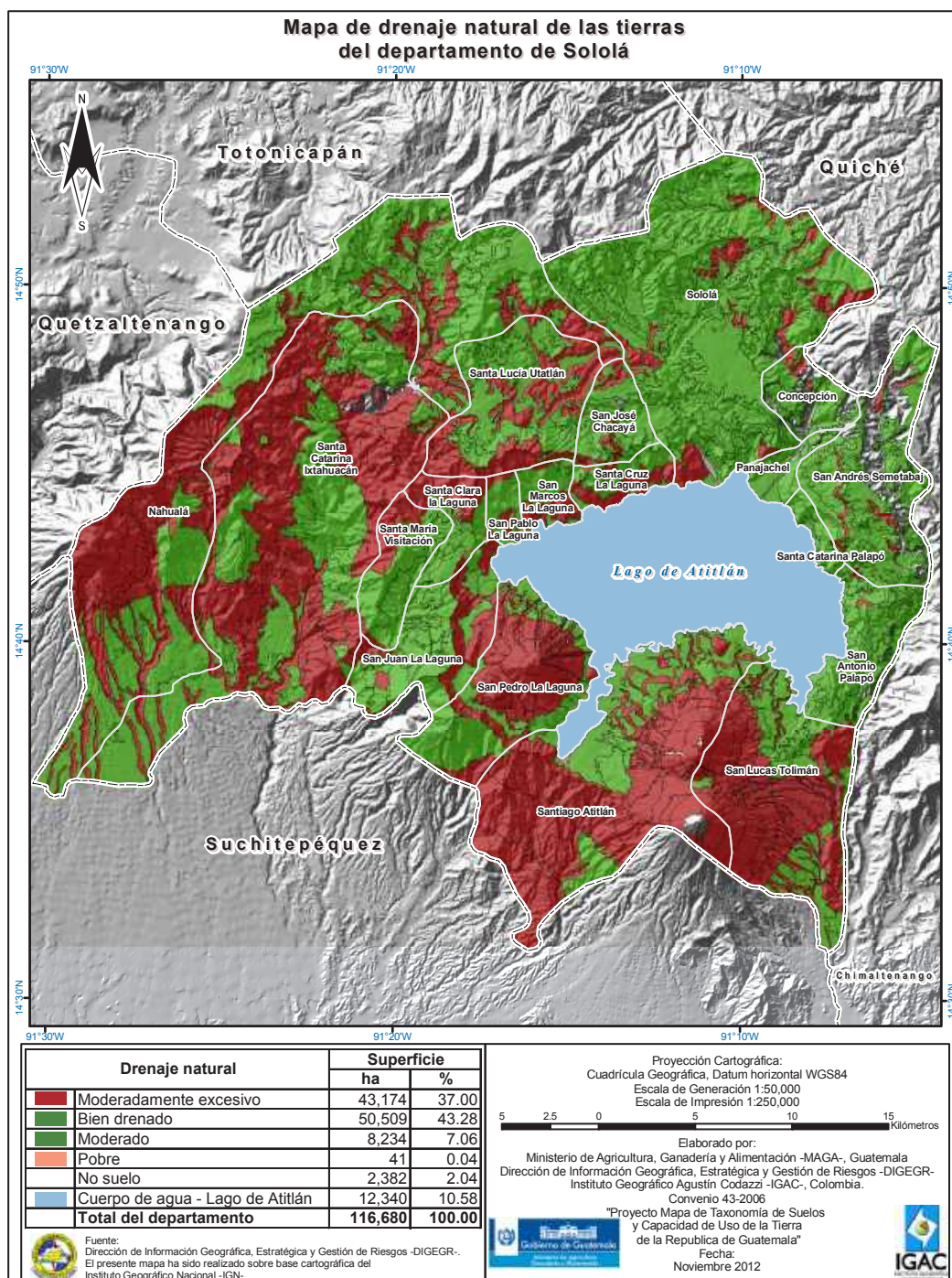


Figura 7.4 Drenaje natural de las tierras del departamento de Sololá



7.1.5 Profundidad Efectiva Radicular

La profundidad efectiva radicular del suelo está dada por la distancia vertical a la cual llegan, sin restricciones, las raíces de las plantas. Esta propiedad de los suelos constituye un indicador biológico valioso, especialmente si se complementa con el estado de las raíces y con su densidad.

La profundidad efectiva integra la mayoría de los aspectos vinculados con la relación: suelo-planta, ya que involucra variables como: fertilidad, humedad, porosidad y aireación. Si alguna de ellas es limitante la profundidad efectiva se verá afectada.

En el mapa de la Figura 7.5 se presentan las cinco clases establecidas para calificar esta propiedad. Entre ellas resalta la clase “profunda” (100 cm de espesor), con el 67.8%, y la moderadamente profunda (75 cm. de espesor) con el 5.8%. Las clases: muy superficial (1.4%) y superficial (6.6 %) constituyen el 8.0% del total de los suelos, mientras que las profundidades moderadamente superficiales integran el 5.8%. El 12.6% restante corresponde con áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

La influencia de piroclastos y suelos relacionados (Andisoles e intergrados ándicos de Inceptisoles y Molisoles), las texturas medias (79.8%), la porosidad (alta y media: 56.1%) y la retención de humedad (alta y media: 57.3) explican gran parte de la clase “profunda” dominante en el departamento.

En conclusión, los suelos del departamento no están limitados por la profundidad a la cual sus raíces pueden llegar, pero sí por las condiciones de restricción de humedad, que se manifiestan durante varios meses al año. De lo anterior se concluye que si se asegura el suministro de agua, durante las épocas secas, la producción agrícola se incrementará, dado que la reacción del suelo y su fertilidad, en la mayoría de los casos no son limitantes, tales aspectos se comentan a continuación.

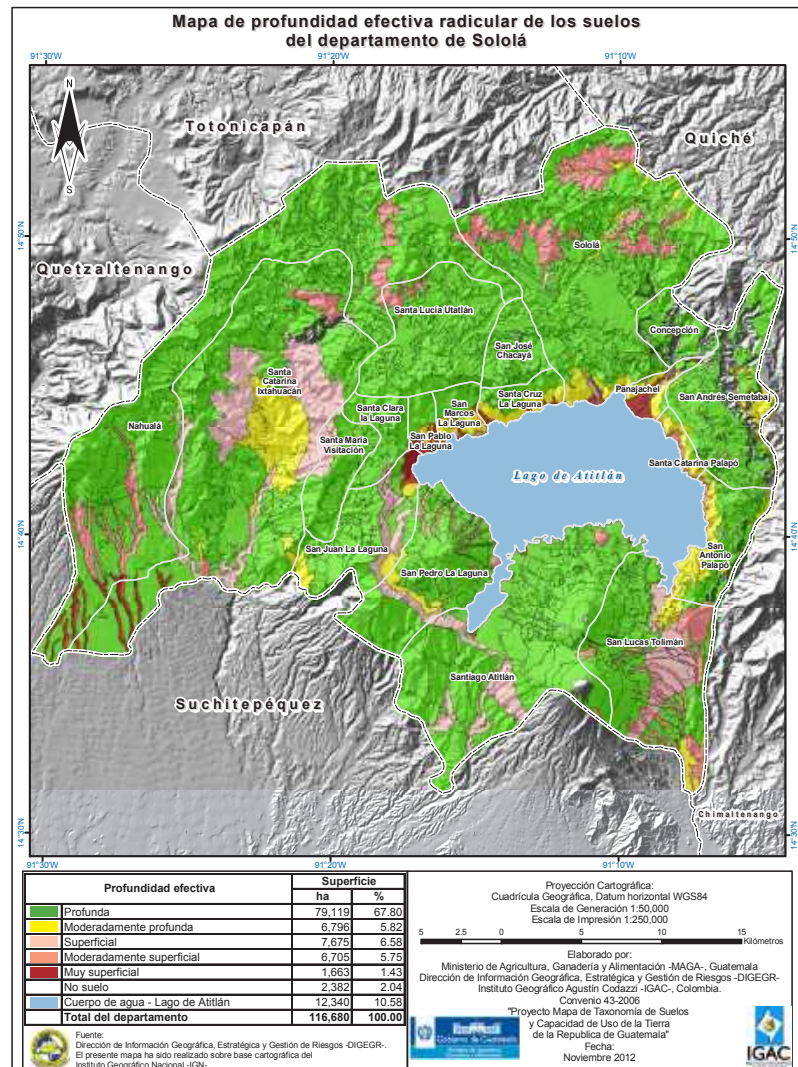


Figura 7.5 Profundidad efectiva radicular de los suelos del departamento de Sololá



7.2 ASPECTOS QUÍMICOS DE LOS SUELOS

Los aspectos químicos de los suelos que se comentan a continuación son los siguientes:

1. pH: reacción del suelo
2. Capacidad de intercambio de cationes (actividad del suelo)
3. Saturación de bases (indicador de fertilidad química)
4. Carbono orgánico (materia orgánica)
5. Fósforo asimilable por las plantas
6. Potasio asimilable por las plantas.

7.2.1 pH: reacción del suelo

El pH de los suelos mide su reacción; vale decir permite conocer si es ácido, neutro, básico o alcalino y los rangos dentro de ellos.

La importancia del pH es muy grande ya que se vincula con su fertilidad, con la presencia de elementos o compuestos tóxicos, con los organismos (pequeños y grandes) y con las plantas que crecen en el suelo.

Algunos ejemplos de lo anterior son los siguientes:

De acuerdo con el valor que presente el pH los elementos que requieren las plantas están o no disponibles para su nutrición. En otras palabras el valor del pH ayuda a entender la fertilidad química de los diferentes suelos. En la Figura 7.6 se presenta la disponibilidad de cada elemento en función de su valor (el espesor o grosor de las líneas en la figura indica su disponibilidad para ser “tomado” por los organismos).

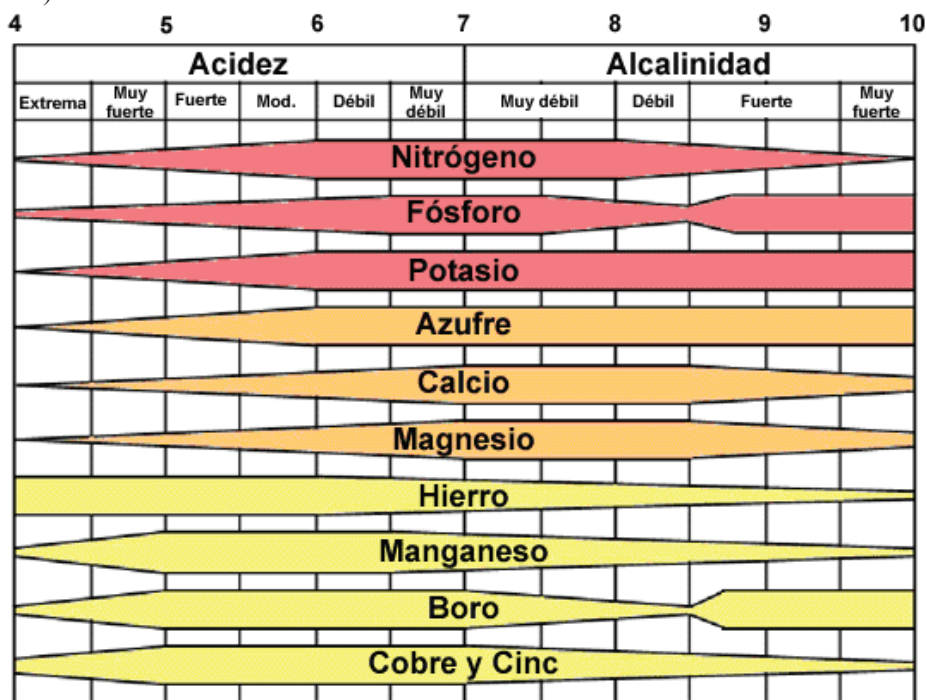


Figura 7.6 Relación entre el valor del pH y la disponibilidad de elementos requeridos por las plantas (a mayor espesor de las líneas, mayor disponibilidad de los elementos) (Potash & Phosphate Institute, 1997).



En resumen, conociendo el valor del pH y comparándolo con la información presentada en la Figura 7.6, se puede tener una idea clara de su influencia sobre la fertilidad química de los suelos. Ello, por supuesto, si los elementos están presentes en el medio.

Si el pH es muy ácido (< 5 - 5.5) o muy básico o alcalino (> 8.5) se generan condiciones que afectan la fertilidad, se presentan “desbalances” entre los elementos y condiciones químicas adversas tanto para los organismos del suelo como para las plantas susceptibles a ellas.

En la Figura 7.7 se presentan los resultados de los valores de pH obtenidos para el departamento de Sololá. Los rangos utilizados son los siguientes: ácidos (pH < 5.5); ligeramente ácidos (pH 5.5 - 6.5); neutros (pH 6.6 - 7.3).

Los resultados indican que el 7.2% de los suelos no presentan limitaciones en cuanto al pH (6.6 - 7.7). El 76.8% tiene valores intermedios (5.5 - 6.5), lo cual, en la práctica, tampoco los limita (excepto en cultivos exigentes en este aspecto). Los suelos con limitaciones por este valor son muy escasos (3.4%), con lo cual se puede concluir que el pH no es un factor que limite la productividad de las tierras del departamento. El 12.6% restante corresponde a áreas que no presentan suelos y a cuerpos de agua.

7.2.2 Capacidad de intercambio de cationes (actividad de los suelos)

La actividad de los suelos (que tan activos son) se vincula con la capacidad para retener, almacenar e intercambiar elementos (Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio) vinculados con su fertilidad o para evaluar si algunos presentan problemas de toxicidad (ejemplo: Aluminio). Además, influye en la capacidad para evitar cambios drásticos en el pH (capacidad reguladora) y en la humedad.

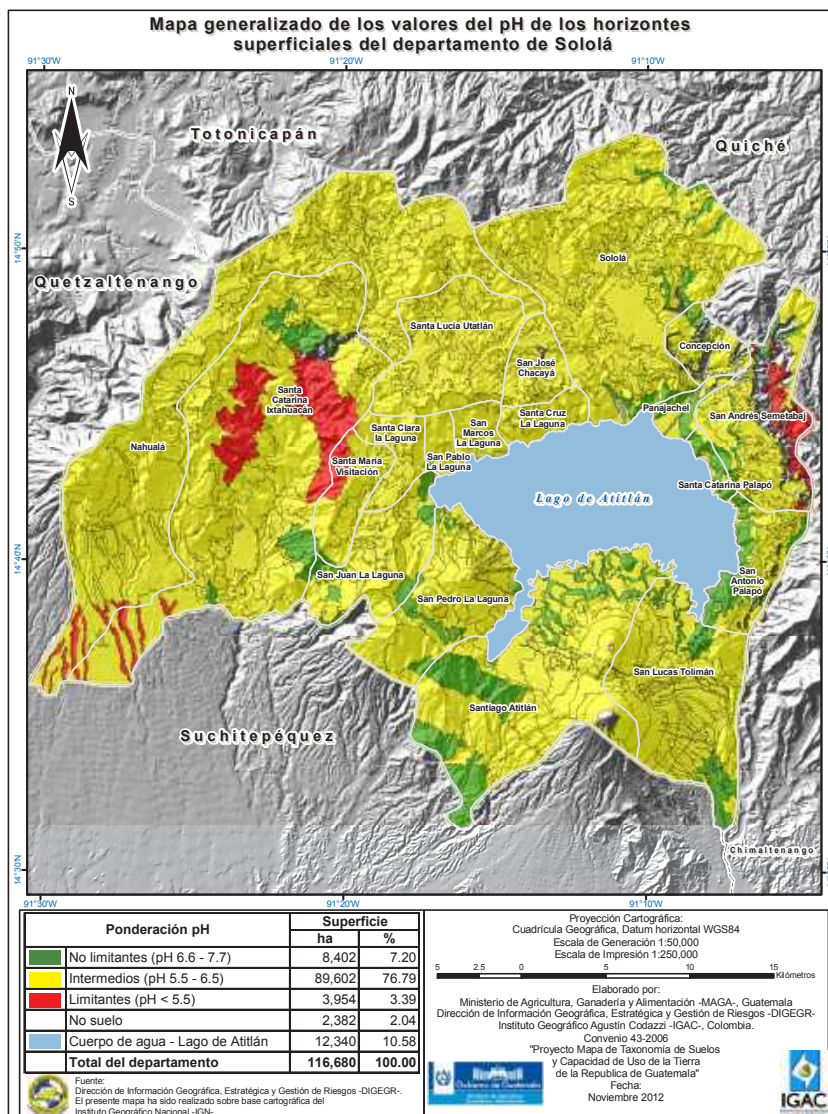


Figura 7.7 Valores de pH de los horizontes superficiales de los suelos del departamento de Sololá

Esta característica, una de las más importantes del suelo, evita o limita la pérdida de muchos nutrientes para las plantas. Ella está vinculada con la presencia de arcillas, compuestos derivados de la mineralización de la materia orgánica (humus) y diferentes coloides (compuestos muy pequeños) asociados con la alteración de cenizas volcánicas (muy importantes en el departamento). Todos ellos presentan una característica común: tienen cargas eléctricas que “retienen” con mayor o menor fuerza algunos de los nutrientes que requieren las plantas: en otras palabras representan la “actividad” de los suelos, haciendo que estos disminuyan o retarden su pérdida (por “lavado”) y se mantenga el pH.

El mapa de la Figura 7.8 está referido a esta característica y muestra la actividad que presentan los horizontes superficiales estudiados. En él se consideran valores altos, medios, bajos y muy bajos.

Los resultados del estudio indican que el 63.0% de los suelos tienen alta capacidad de intercambio, el 21.5% media, el 2.9% baja y el 12.6% corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua. Lo anterior se explica fundamentalmente debido a la generación de productos activos asociados con la alteración de cenizas volcánicas (productos coloidales llamados alófanos, altamente predominantes en la fracción arcilla), ya que el contenido de materiales orgánicos (humus) es bajo en el 56.2% de los suelos del departamento.

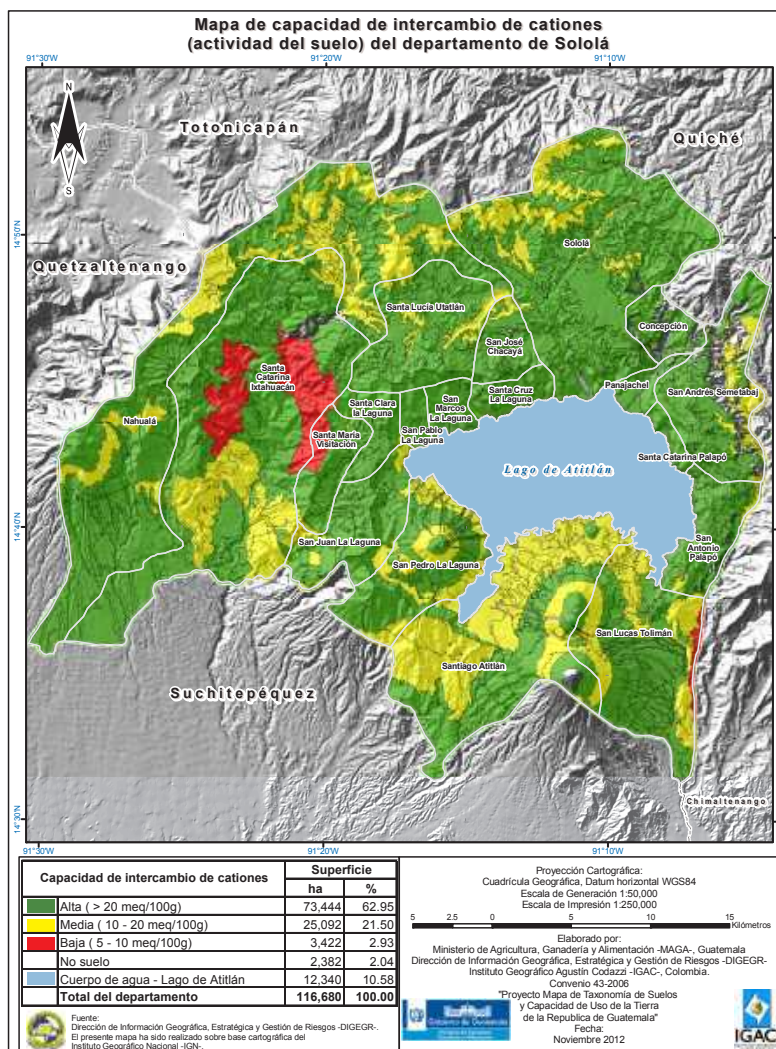


Figura 7.8 Capacidad de intercambio de cationes (actividad de los suelos) en el departamento de Sololá

7.2.3 Saturación de bases

En los dos temas previos (pH y actividad de los suelos) se comentaron sus relaciones con elementos (nutrientes) presentes en el suelo; mediante su interpretación se concluyó que el pH no los limitaba y que la capacidad para retenerlos era alta o mediana, la cual tampoco los desfavorece. En el tema actual se evalúan los elementos (nutrientes) relacionados con esta retención.



Las “bases intercambiables” hacen referencia a elementos como Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio, retenidos por las cargas eléctricas, previamente comentadas. La suma de todos ellos comparada con la capacidad de retención que tiene el suelo es lo que se conoce como “saturación de bases”. La saturación de bases establece, de manera general, el estado de nutrientes del suelo. Obviamente no incluye elementos tan importantes como Fósforo o Nitrógeno, pero sí permite llegar a una aproximación sobre la fertilidad química del suelo. Lo anterior debe complementarse con las relaciones entre los elementos (por ejemplo entre Calcio, Magnesio y Potasio), ya que si no se presentan adecuadamente surgen problemas en cuanto a su asimilación por parte de la planta; este aspecto no se trata en estos comentarios, pero debe estar presente al momento de recomendar fertilizantes.

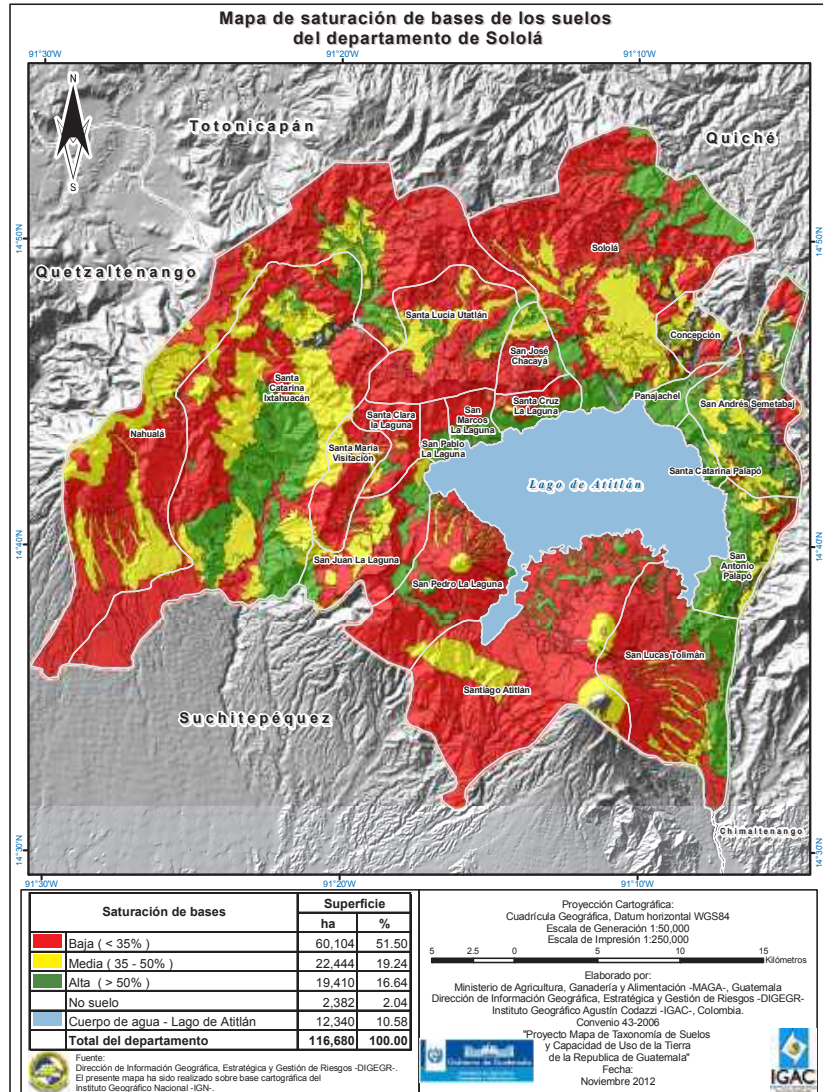


Figura 7.9 Saturación de bases en los suelos del departamento de Sololá

De acuerdo con los resultados mostrados en el mapa de la Figura 7.9 los suelos del departamento en un 16.6% tienen saturación alta, el 19.2% media y el 51.5% presentan baja saturación. El 12.6% restante corresponde a cuerpos de agua y áreas que no presentan suelos. El 35.8% de los suelos del departamento no presentan saturaciones bajas lo que comprueba la hipótesis planteada (el pH no limita la capacidad del suelo para retener nutrientes).

7.2.4 Carbono orgánico (materia orgánica)

El carbono orgánico de los suelos es el principal integrante de su materia orgánica. Esta, a su vez, influye en múltiples características y propiedades.

La materia orgánica, al descomponerse (mineralizarse) y humificarse genera un material muy importante en los suelos: su humus. Para que ello ocurra se requieren condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno), organismos grandes que la fragmenten y la dispongan para ser consumida por pequeños organismos

del suelo (bacterias, hongos). El producto final (humus) está integrado por diferentes tipos de compuestos, predominando unos u otros dependiendo de la calidad del medio (temperatura, humedad, pH, nutrientes, organismos).

Durante este proceso se liberan y pueden hacerse asimilables por las plantas varios elementos que influyen en la nutrición vegetal (Nitrógeno, Fósforo y Azufre, por ejemplo). El humus también influye en la retención de la humedad, en la porosidad, la formación de agregados (terrones) y en la actividad, tipo y presencia de los organismos del suelo, ya que es la fuente de energía que requieren para su desarrollo. Además, es un componente fundamental de la actividad del medio (influye grandemente en la capacidad para el intercambio de elementos y en la asociada con la regulación del pH del mismo).

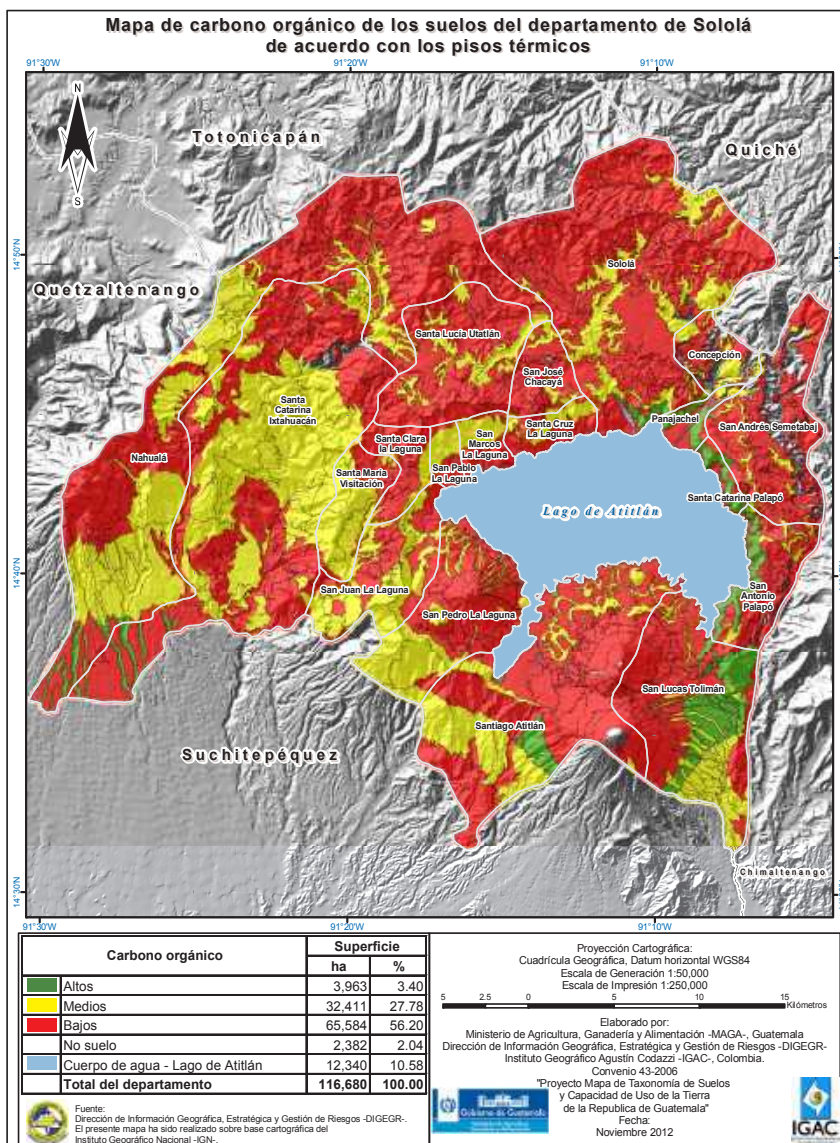


Figura 7.10 La materia orgánica de los suelos del departamento de Sololá

El contenido de materia orgánica depende mucho de la temperatura, razón por la cual su interpretación se lleva a cabo en función de los pisos térmicos (fríos, templados, cálidos), ya que la presencia, tipos y abundancia de los organismos se vinculan con ella, al igual que la velocidad de las reacciones asociadas con su descomposición y producción de humus.

Los resultados del estudio de los suelos del departamento indican que el contenido de carbono orgánico (Figura 7.10), referido a los horizontes superficiales (los más ricos en el elemento), es bajo en el 56.2% de los casos, medio en el 27.8% y alto solamente en el 3.4%. El 12.6% corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

Los resultados, a su vez, definen y establecen que el manejo de los materiales orgánicos sea una labor indispensable, tanto para la productividad de las tierras como para su calidad como recurso natural. El manejo de las tierras debe llevarse a cabo de tal manera que el contenido de materia orgánica



se incrementa; para ello la incorporación de residuos de cosecha, los abonos verdes y las prácticas de labranza reducida deben constituir normas imprescindibles. Ello, a la vez que incrementa su productividad, genera un medio propicio para la vida en sus múltiples manifestaciones y reduce la aplicación de fertilizantes.

7.2.5 Fósforo asimilable por las plantas

El fósforo es uno de los elementos mayores (se requiere en mayores cantidades) que necesitan las plantas. Las fuentes del elemento son algunos minerales como las apatitas, son muy escasos o no identificados en la fracción arenosa analizada en los suelos del departamento, o los materiales orgánicos que, como se comentó en el punto anterior, son bajos. Lo anotado indica que las fuentes del elemento en el departamento de Sololá son muy escasas.

El elemento, cuando pasa al suelo, presenta diferentes reacciones que influyen sobre su asimilabilidad por las plantas; una de ellas se vincula con pH's ácidos que generan compuestos poco solubles (la planta no los absorbe), este no es el caso del departamento (ya que el valor dominante del pH no es ácido). Otra posibilidad es que reaccione con productos derivados de la alteración de cenizas volcánicas y lo "fijen" (lo conviertan en poco asimilable); ello puede presentarse, ya que los Andisoles y sus intergrados (suelos "parecidos" a ellos) son muy frecuentes y participan en estos procesos. No obstante este tema debe investigarse ya que los valores del pH influyen en estos fenómenos (en especial sobre el tipo y cantidad de cargas); además, otros aspectos que se toman en cuenta para su caracterización (propiedades ándicas y, en especial, el aluminio activo) afectan la disponibilidad del elemento. Información adicional sobre este tema y resultados obtenidos en algunos suelos cafetaleros de Guatemala se presentan en Sumner et. al., 1992.

La apreciación tentativa de la capacidad de fijación del fósforo puede tomarse con base en los resultados de los análisis de aluminio activo, de la retención de fosfatos y de la evaluación de materiales amorfos en la fracción arcilla. El criterio general seguido para estimarla en el departamento se fundamenta en que los Andisoles más evolucionados (por ejemplo Hapludands) tienen mayor capacidad de fijación;

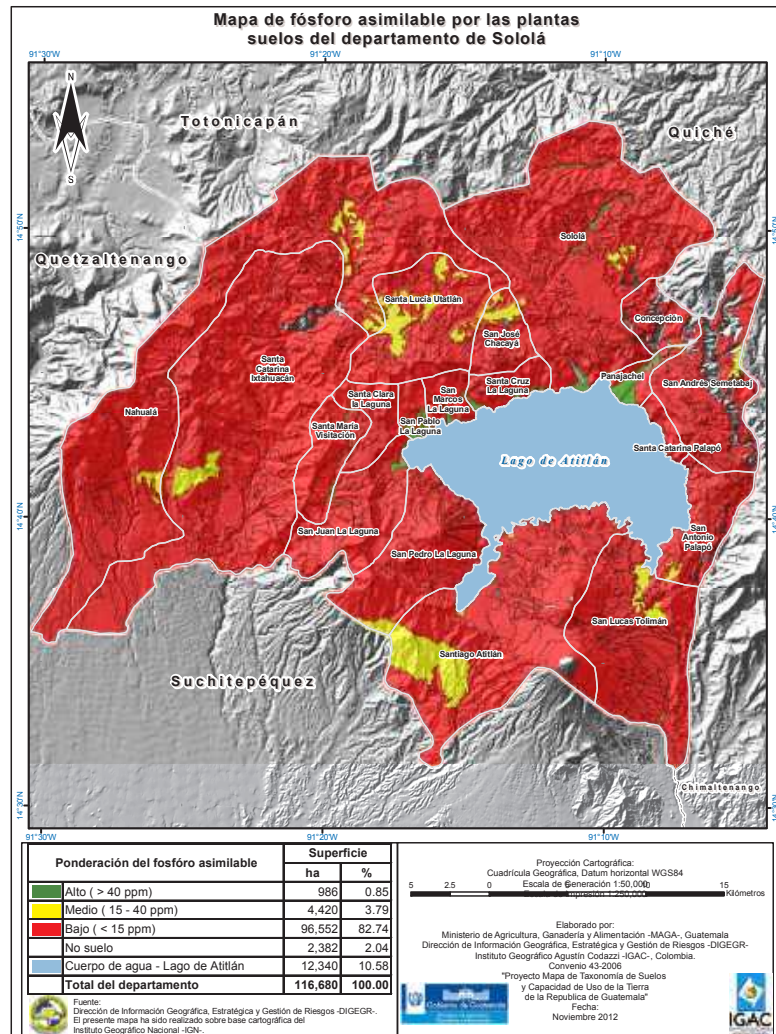


Figura 7.11 Fósforo asimilable por las plantas en los suelos del departamento de Sololá

por el contrario, los de baja evolución (Ustivitrands, por ejemplo) se consideran menos fijadores del elemento, al igual que los Molisoles con influencia volcánica y los intergrados ándicos de otros suelos (especialmente Inceptisoles).

La Figura 7.11 muestra el contenido de fósforo asimilable por las plantas. Este es bajo en el 82.7% de los suelos. Solo un 0.9% de ellos lo presentan en el rango alto (posiblemente por aplicación de fertilizantes fosfóricos) y un 4.0% en el rango medio. El 12.6% restante corresponde a áreas sin suelos y cuerpos de agua.

En resumen: el contenido de fósforo en los suelos es bajo, con grados variables de fijación (predominando los valores bajos a medios). Es necesario por tanto realizar aplicaciones de Fósforo en forma localizada, cercana a las raíces.

7.2.6 Potasio asimilable por las plantas

El potasio, al igual que el fósforo, es un elemento requerido por las plantas en cantidades relativamente altas, por ello se considera un elemento mayor.

En el suelo el potasio se encuentra en múltiples formas, bien sea haciendo parte de las estructuras de algunos minerales (algunas micas y feldespatos potásicos), en el espacio interlaminar de algunas arcillas, en forma soluble (en la solución del mismo) o en forma intercambiable, vinculado con las cargas eléctricas que hacen parte de la capacidad de cambio. Esta última representa una condición menos cambiante y más confiable para evaluar su contenido, en cuanto a su disponibilidad para la planta, razón por la cual fue utilizada en el presente estudio.

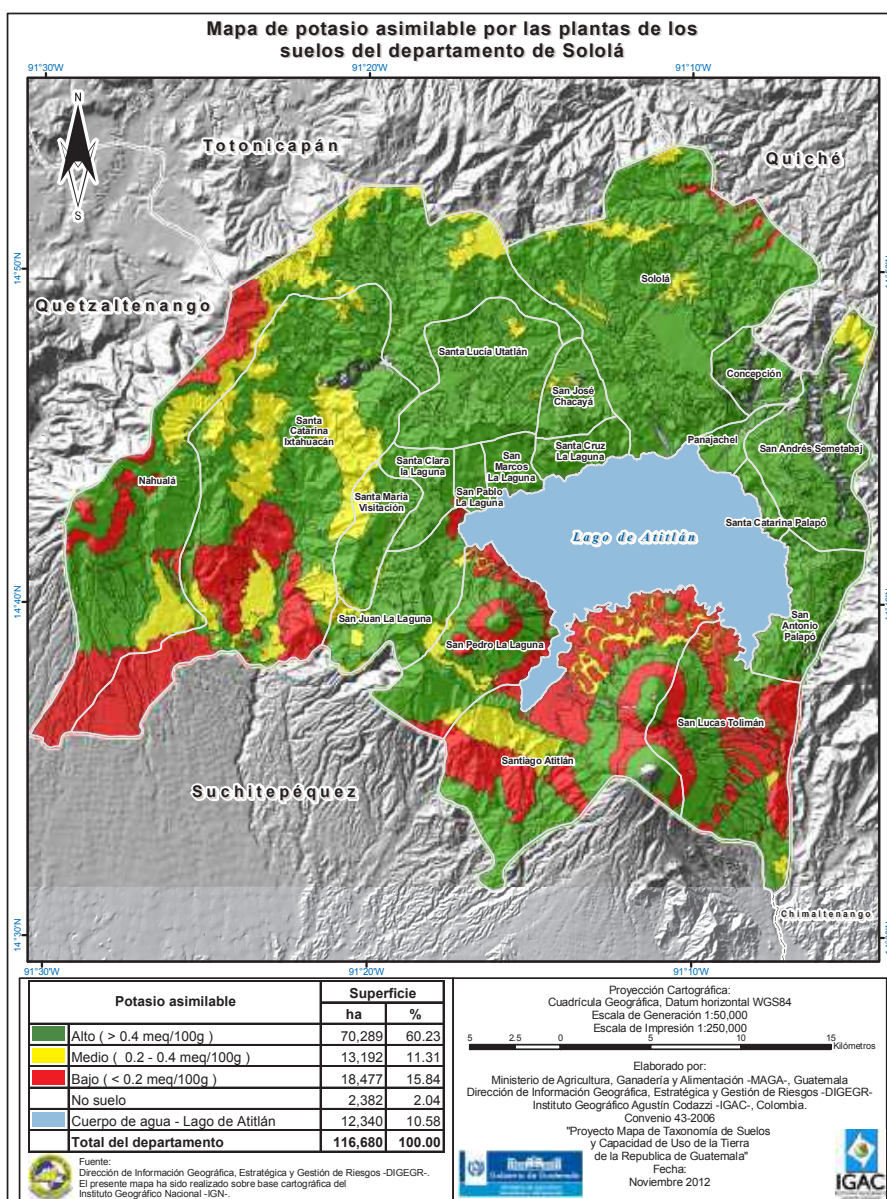


Figura 7.12 Potasio asimilable por las plantas en los suelos del departamento de Sololá



Las fuentes del elemento en el departamento no se han investigado, se piensa que pueden provenir de la alteración del vidrio volcánico incoloro o félsico (material emitido por los volcanes) y presente en las arenas de sus suelos, ya que en los análisis mineralógicos no se reportan feldespatos potásicos. Ello, como hipótesis de trabajo, puede ser válido para algunos volcanes, no para todos.

Este elemento, contrario al fósforo asimilable, se presenta en cantidades altas (60.2%), medias (11.3%) y bajas en el 15.8% de los suelos (Figura 7.12); el 12.6% faltante corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua. Los resultados concuerdan con los presentados por Sumner et.al. (1992) en cuatro Andisoles (Udands) representativos de la zona cafetalera de Sololá, ya que en dicho estudio los valores varían entre contenidos muy bajos a altos.

7.2.7 Fertilidad química de los suelos

La fertilidad química de los suelos sirve para evaluar, en conjunto, tanto los elementos requeridos por las plantas, como el pH, el contenido de materia orgánica y la capacidad del medio para retenerlos e intercambiarlos. Hace parte de la fertilidad del suelo como tal, ya que esta última incluye no solamente la parte química sino las condiciones físicas requeridas para que los elementos sean absorbidos por las raíces (requerimientos de temperatura, humedad, ausencia de capas limitantes y de niveles freáticos altos, profundidad efectiva), para el pleno desarrollo radicular.

La síntesis de la fertilidad química se expresa en la Figura 7.13. En ella se destacan los valores altos (62.1%) y medios (22.4%). Solo el 3.0% de los suelos presentan fertilidad baja. Esta evaluación se realizó siguiendo la fórmula utilizada en la metodología del IGAC (2006). El 12.6% corresponde a las áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

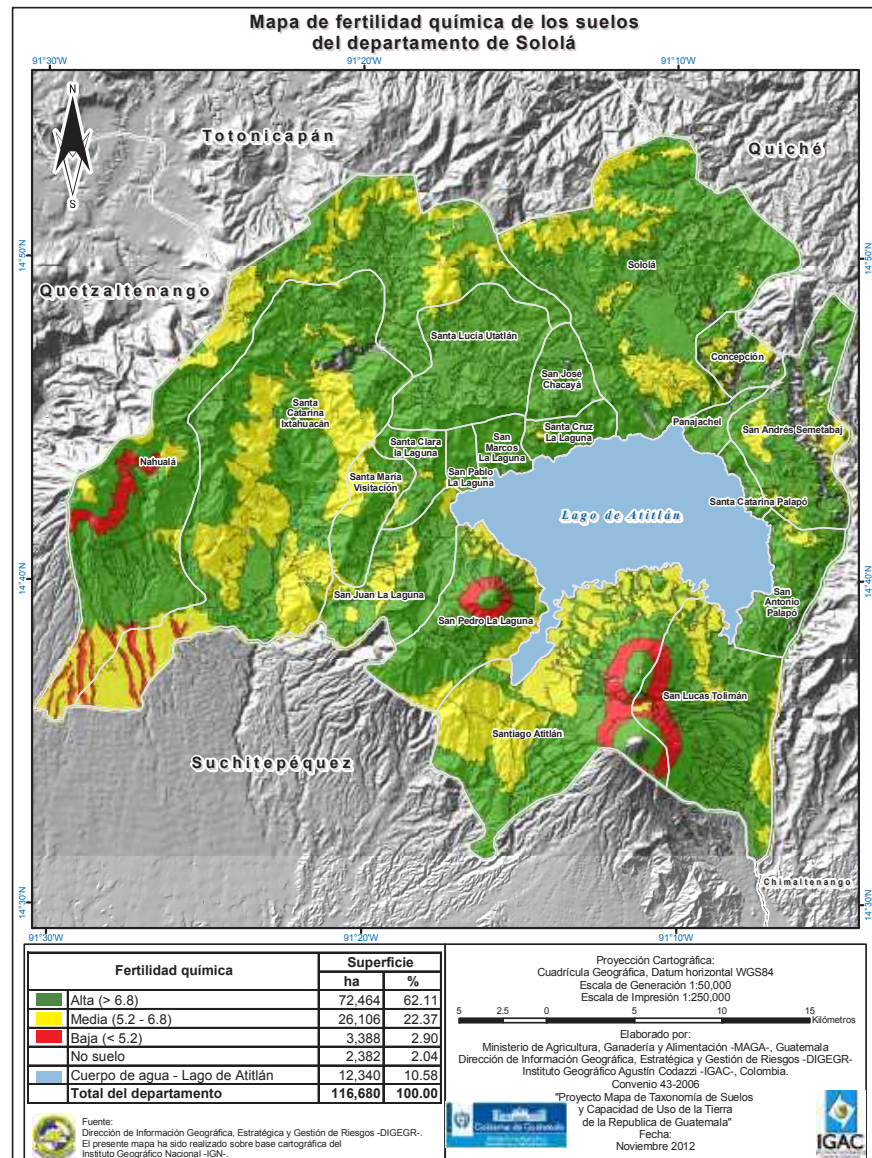


Figura 7.13 Fertilidad química de los suelos del departamento de Sololá



No obstante los resultados señalados, debe tenerse en cuenta que elementos como Fósforo y Nitrógeno son deficitarios en los suelos del departamento y deben ser aplicados. Los bajos valores de materiales orgánicos y la presencia de compuestos que interfieren con la solubilidad del fósforo, así lo determinan.

7.2.8 Síntesis de los aspectos físicos y químicos de los suelos del departamento de Sololá

Las características y propiedades de los suelos, como tales, referidos a sus aspectos físicos y químicos se resumen, de manera general, a continuación. Otros aspectos, ya asociados a las tierras (erosión, pendientes del terreno, limitantes mayores) se comentan posteriormente.

- Los suelos del departamento manifiestan una alta influencia de materiales piroclásticos (tefras en general), que influyen en sus características y propiedades, tanto físicas como químicas.
- Desde el punto de vista físico resaltan los siguientes aspectos: grupos texturales medios (79.8%); porosidades totales variables: medias y altas (56.1%) y bajas (31.3%); la retención de humedad se presenta en rangos medios y altos en el 57.3%; los rangos bajos en 30.1%.
- Los aspectos físicos mencionados influyen en las prácticas de manejo de los suelos, entre ellas en el riego que requieren las tierras debido a la estacionalidad marcada de las lluvias. Láminas medias moderadamente espaciadas en el tiempo, para el 57.3% de los suelos y riegos poco intensos y frecuentes, para las áreas que presentan baja retención de humedad (30.1%).
- Las condiciones de fertilidad química son favorables: pH's no limitantes, adecuada capacidad de intercambio de elementos y suficientes saturaciones de "bases". No obstante, se presentan deficiencias de dos elementos que las plantas requieren en mayores cantidades: Nitrógeno y Fósforo. Estas deficiencias tienen dos razones: las pocas cantidades de materiales orgánicos que tienen los suelos (fuentes de ellos) y la presencia de productos de alteración de las tefras (materiales amorfos y aluminio activo) que afectan la dinámica del fósforo e influyen en su asimilabilidad por las plantas. Las razones para explicar el comportamiento de estos suelos residen en su origen volcánico, en el bajo grado de desarrollo (evolución) que presentan y asociado con ello, en la dinámica implícita de sus características ándicas.
- El manejo de los suelos, como consecuencia de lo expresado, debe favorecer y recomendar prácticas que aumenten el contenido de materia orgánica (incorporar abonos orgánicos, residuos de cosechas, establecer e incorporar abonos verdes), realizar labores de preparación de tierras que eviten la oxidación de los pocos materiales orgánicos (labranzas mínimas), llevar a cabo riegos de intensidad y frecuencia variables, acordes con los suelos, y aplicar fundamentalmente fertilizantes nitrogenados y fosfóricos (estos últimos en la forma más localizada posible, si el cultivo lo permite).

7.3 ASPECTOS AMBIENTALES DERIVADOS DEL MAPA DE SUELOS

El mapa de suelos del departamento y su leyenda explicativa constituyen la base para presentar cinco temas que trascienden los aspectos físicos y químicos de los suelos y se vinculan con temas del manejo de la tierra como tal (el suelo y su ambiente). Ellos tienen que ver tanto con la calidad del recurso suelo, como con aquellos íntimamente relacionados con él. Estos son:

1. Pendiente del terreno
2. Erosión de las tierras



3. Limitantes de las tierras
4. Intensidad de uso de las tierras
5. El contenido de carbono orgánico y su relación con el secuestro del CO₂ atmosférico y el cambio climático global

La presentación de estos aspectos facilita la aplicación del presente estudio a aquellos referidos a la planificación y al ordenamiento del territorio.

7.3.1 Pendiente del terreno

La inclinación que presentan las tierras (su pendiente) constituye una de sus principales características. Su importancia se debe a que muchas aplicaciones prácticas se vinculan con ella; entre ellas, el desarrollo de labores agrícolas, los tipos de instrumentos a utilizar, los usos prioritarios que deben tener, las prácticas y tipos de riego, de manejo y conservación.

Los mapas de pendientes, tal como el que se presenta en la figura 7.14, tienen también aplicaciones en los campos de las ingenierías (civil, sanitaria, agrícola), en el establecimiento de áreas de reserva y protección ambientales, en la localización de sitios para almacenamiento de agua, presas, en rellenos sanitarios y otros usos.

El diseño de vías y carreteras está supeditado, en muchos casos, a la pendiente del terreno; por esta razón el establecimiento de “corredores viales” constituye una aplicación importante dado que, en unión con los materiales que las integran (formaciones superficiales), definen su estabilidad. Las excavaciones implícitas en su construcción con frecuencia son causas de inestabilidad y de favorecer movimientos en masa (deslizamientos).

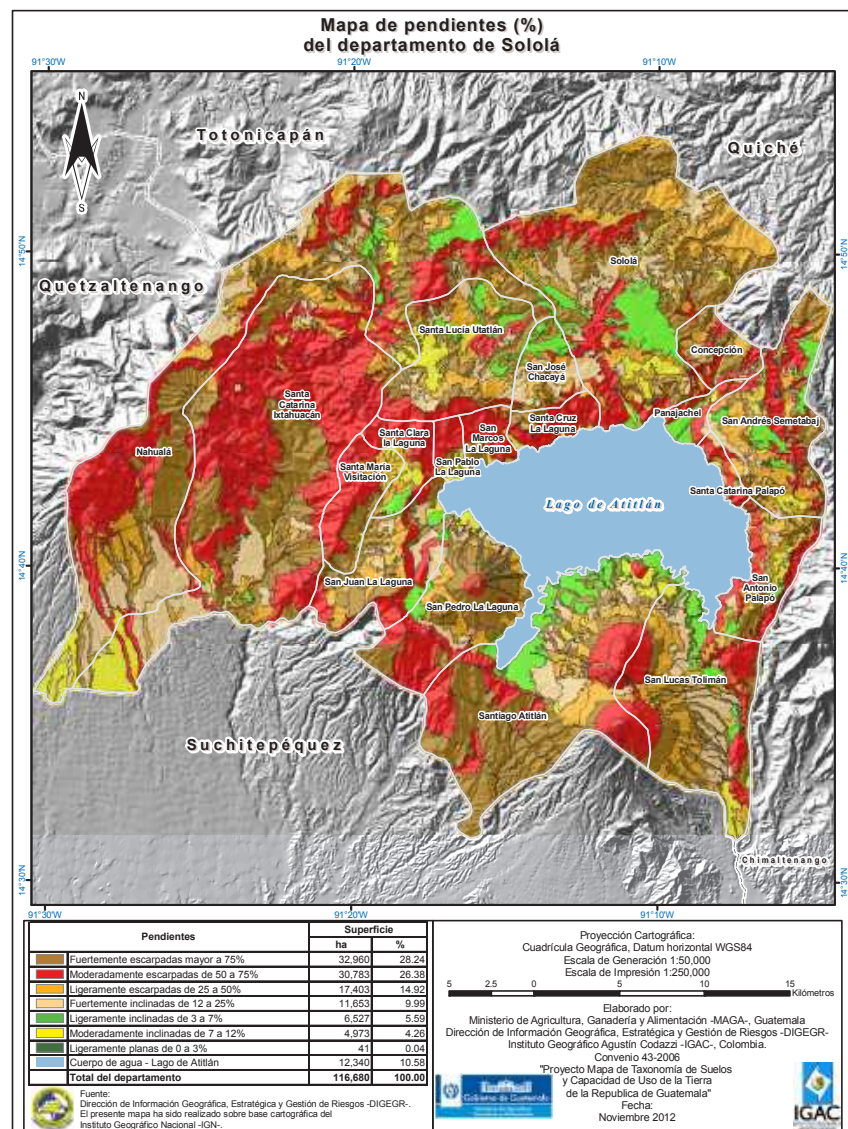


Figura 7.14 Mapa de pendientes (%) en el departamento de Sololá



De acuerdo con el mapa de la Figura 7.14, los rangos en que se presentan las pendientes del departamento son:

- Las áreas con pendientes inferiores al 7% representan el 5.6% de las tierras; su prioridad debe ser para la agricultura intensiva.
- Las áreas con pendientes 7-12 y 12-25% constituyen el 14.3%. Por sus características requieren prácticas de manejo y control de erosión, de tal manera que se asegure que su uso (agrícola y pecuario) no afecte la calidad del recurso.
- Las pendientes en el rango 25-50% son muy susceptibles a los fenómenos erosivos y, como tal, deben manejarse con mucho cuidado. Su porcentaje en el departamento (15%) fundamentan la necesidad de establecer políticas claras que propendan por la conservación de la calidad del recurso y que eviten su degradación. Los usos agrosilvícolas, agrosilvopastoriles, silvopastoriles y las actividades forestales deben evaluarse cuidadosamente al momento de pensar en su utilización.
- Las tierras con pendientes en el rango 50-75% abarcan el 26.4% del departamento. Las limitaciones que presentan son muy severas y en su uso las actividades forestales son recomendables. El principal criterio que debe tenerse en mente, al momento de seleccionar su uso, es el de prevenir la pérdida de la cobertura vegetal, ya que en ella radica la clave de su manejo. Cualquier actividad que se lleve a cabo debería ir acompañada de muy fuertes medidas de conservación de suelos, con la finalidad de evitar su degradación.
- Las tierras con pendientes que superan el 75% (28.24%) deben dedicarse a la conservación de los recursos, las fuentes de agua y la biodiversidad. El 10.6% corresponde a cuerpos de agua.

Se recomienda que los planteamientos expresados formen parte de políticas tanto sobre el manejo del recurso tierra como de las que integran el componente ambiental.

7.3.2 Erosión actual de las tierras

La erosión de las tierras se ha asociado con el “cáncer” de ellas. Este proceso, generado por la acción del agua o del viento, separa y transporta partículas del suelo provocando su pérdida.

La erosión de las tierras en el departamento está directamente relacionada con los siguientes aspectos:

- Las pendientes pronunciadas: el 54.5% de las tierras de departamento superan el 50%.
- La agresividad de las lluvias es alta a muy alta (de acuerdo con el Índice Modificado de Fournier se encuentra en el rango: 160-207). Ello está acorde con lo investigado por Neira y otros (2,010). en Latinoamérica y El Caribe.
- La concentración de la precipitación durante seis meses del año. Si se toma el promedio de las tres estaciones con mayores años de medición, el 90.9% de las lluvias ocurre en la estación húmeda (mayo a octubre) y, solamente el 9.1%, durante la estación seca (noviembre a abril).
- La deforestación y pocas prácticas de conservación y manejo de suelos.
- La naturaleza de los suelos y el recubrimiento de materiales emitidos por los volcanes (piroclastos). En ambos casos se facilita la erosión, dado el bajo grado de desarrollo de los primeros y la deleznablez de los segundos.



La erosión puede ser natural (por lo general lenta y constante en el tiempo, con excepción de eventos catastróficos que la incrementan) o, acelerada por acción humana, muchas veces relacionada con deforestación, exceso de labores agrícolas (pulverización del suelo, por ejemplo), sobre explotación, carencia de medidas de conservación de suelos, intervención de ecosistemas frágiles sin medidas de protección y otros.

Las consecuencias derivadas de los procesos erosivos incluyen la degradación de las tierras, la pérdida de su capacidad productiva y de su biodiversidad, la generación de sedimentos que colmatan embalses, lagunas y ríos y que afectan zonas agrícolas productivas.

El estudio de la erosión puede llevarse a cabo bajo diferentes aspectos que se vinculan con ella, entre ellos: procesos que la causan; susceptibilidad a ella; erosión actual. Esta última es la presentada en el mapa de la Figura 7.15.

Los resultados más importantes referidos a la erosión de los suelos son:

- El 40.5% de las tierras del departamento presentan erosión moderada. El 16.5% severa y el 30.4% ligera. En otras palabras el 56.9% de ellas se encuentra en estado de degradación avanzada en este aspecto. El 12.6% restante corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.
- El grado ligero de erosión es especialmente peligroso ya que su evidencia se enmascara y sus rasgos no se manifiestan en forma notoria. Cuando lo hacen (aparición de horizontes por lo general más claros y pequeños surcos), ya es tarde para controlarla y los costos son altos.
- Las medidas de prevención del proceso deben ser la norma para evitar su presencia. El uso apropiado (de acuerdo con su vocación) que se le da a la tierra constituye una estrategia para evitar su degradación; no obstante ello no es suficiente si las prácticas de manejo no se llevan a cabo adecuadamente. Debido a las pendientes dominantes, la agresividad de la lluvia, los tipos de suelos y el manejo inadecuado dado a muchas de las tierras del departamento se requiere controlar el efecto erosivo del agua, especialmente en épocas lluviosas, mediante acequias de ladera, cultivar siguiendo curvas a nivel, no dejar el suelo desprovisto de vegetación, agregar residuos orgánicos y, en las áreas de mayor pendiente, construir terrazas que, por su diseño, mantengan el suelo en su lugar.
- La tierra tiene una oferta ambiental definida, si esta se supera entra en desequilibrio y comienza su degradación.



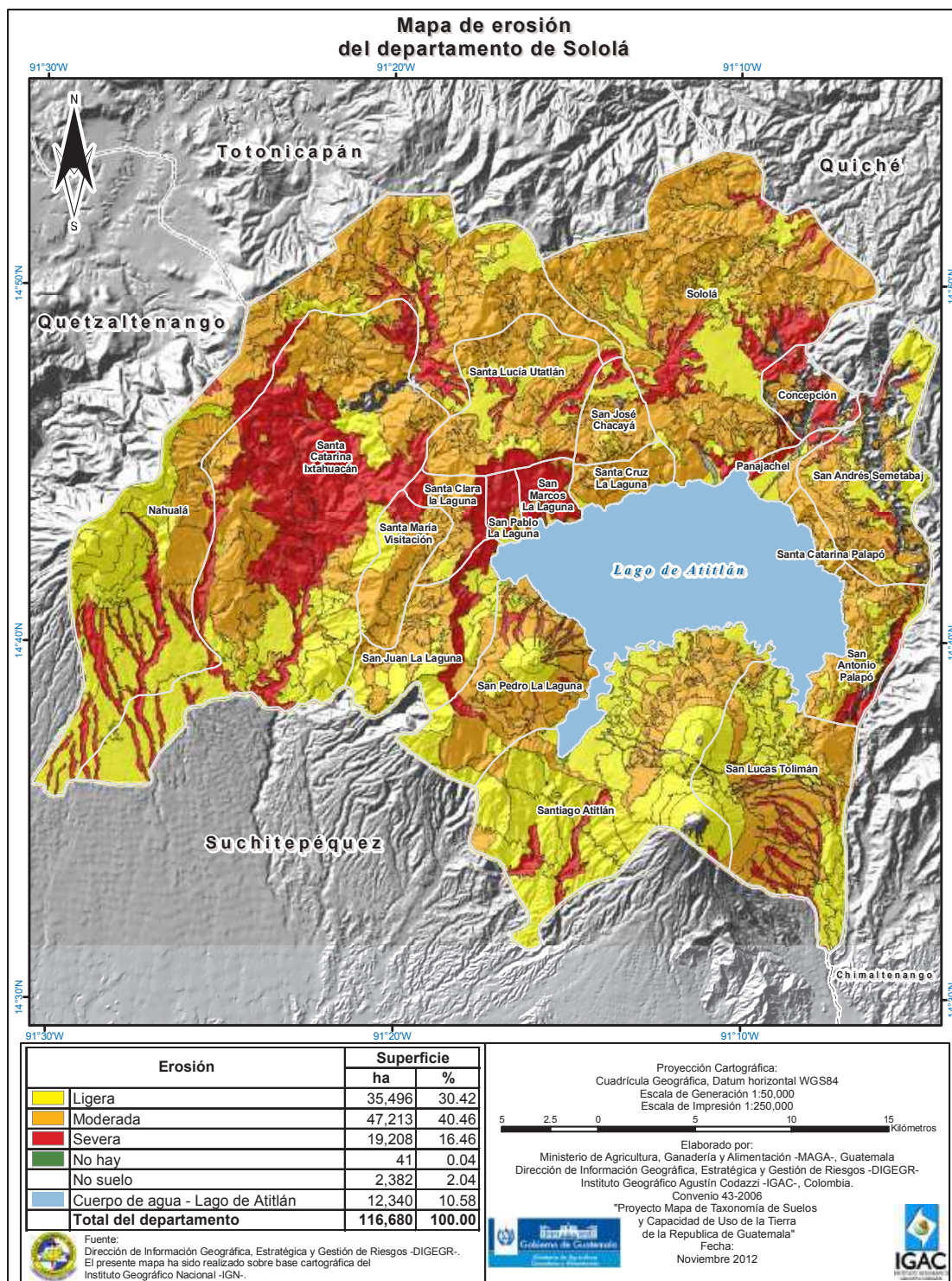


Figura 7.15 Grado de erosión en el departamento de Sololá



7.3.3 Limitantes de los suelos: erosión, fragmentos gruesos, profundidad efectiva radicular y fertilidad natural

La erosión severa, la abundancia de fragmentos gruesos en el suelo, la poca profundidad efectiva para el desarrollo de raíces y la baja fertilidad, constituyen limitantes que afectan tanto el uso como el manejo y la productividad de las tierras.

El objetivo de representar estas limitantes de las tierras en un mapa radica en llamar la atención sobre estas zonas críticas, de tal manera que se tengan en cuenta al tratarse aspectos como la productividad agrícola, la planificación del desarrollo y el ordenamiento del territorio.

En el mapa de la Figura 7.16 se muestran las zonas del departamento con estos limitantes.

Con base en los resultados del estudio puede concluirse que amplias zonas del departamento presentan zonas críticas. En ellas se destaca la presencia de áreas con erosión severa (16.4%) y con baja profundidad efectiva para las raíces (8.01%).

La abundancia de fragmentos gruesos (superiores al 35%) en los suelos genera un impedimento fuerte que repercute en su capacidad de uso y prácticas de manejo, el porcentaje de ellos (2.9%), aunado a la baja fertilidad química natural (2.9%) complementa el diagnóstico de los limitantes más importantes de las tierras y los suelos del departamento.

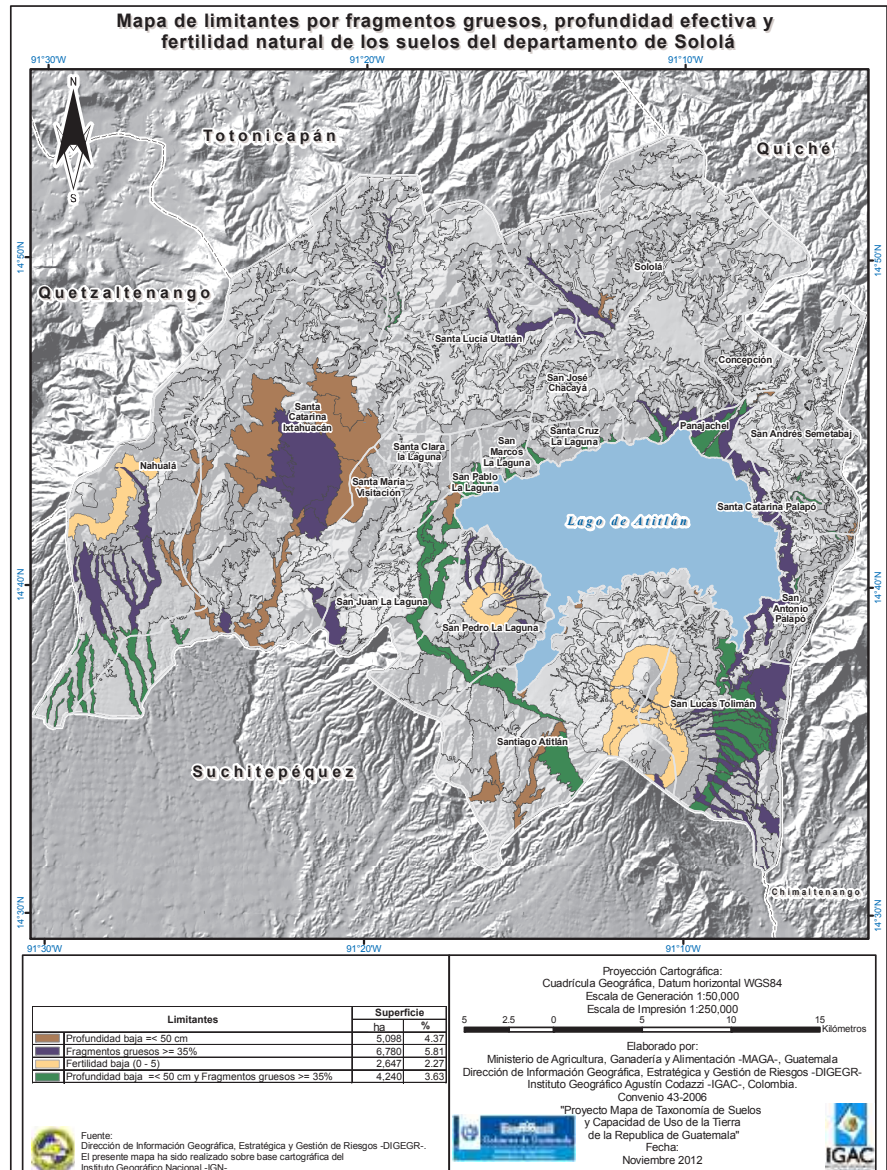


Figura 7.16 Mapa de limitantes por fragmentos gruesos, profundidad efectiva y fertilidad natural de los suelos del departamento de Sololá

7.3.4 Contenido de carbono orgánico de los suelos y su vínculo con el secuestro de CO₂ atmosférico y el cambio climático global

El carbono de los suelos del mundo constituye el mayor reservorio, no fósil, de este elemento. Su cantidad es tres veces mayor que la cantidad almacenada por las plantas y los animales presentes en los ecosistemas terrestres (Ecological Society of America, 2008). La principal forma como el carbono se almacena en el suelo es a través de la materia orgánica que este posee. Por otra parte, en sistemas agrícolas el tiempo de permanencia depende del manejo que se le de al suelo. Dicho tiempo constituye una ventaja adicional de dicho carbono, dado que puede durar hasta 1000 años.

Aproximadamente el 50% del Carbono Orgánico del suelo (su materia orgánica) se ha venido perdiendo por prácticas de cultivo durante los últimos 50-100 años. En la actualidad las labores investigativas sobre este aspecto llevan a favorecer como las más promisorias las siguientes: mínima o no labranza, utilización de cultivos de cobertura, rotación de cultivos, aplicaciones de abonos, manejo técnico de praderas, prácticas agroforestales, incremento en la eficiencia de los sistemas de riego, recuperación de tierras, reforestación, manejo del agua y de los nutrientes del suelo (Lal, 2004).

Lo expresado resalta la importancia del recurso suelo y pone en evidencia la responsabilidad de su manejo. Un “mal uso” del suelo determina que parte del carbono almacenado vuelva a la atmósfera; “mal uso” se vincula con desprotección (deforestación), sobre explotación (exceso de labores agrícolas y sobrepastoreo), degradación (erosión, en especial) y la no incorporación de materiales orgánicos al suelo.

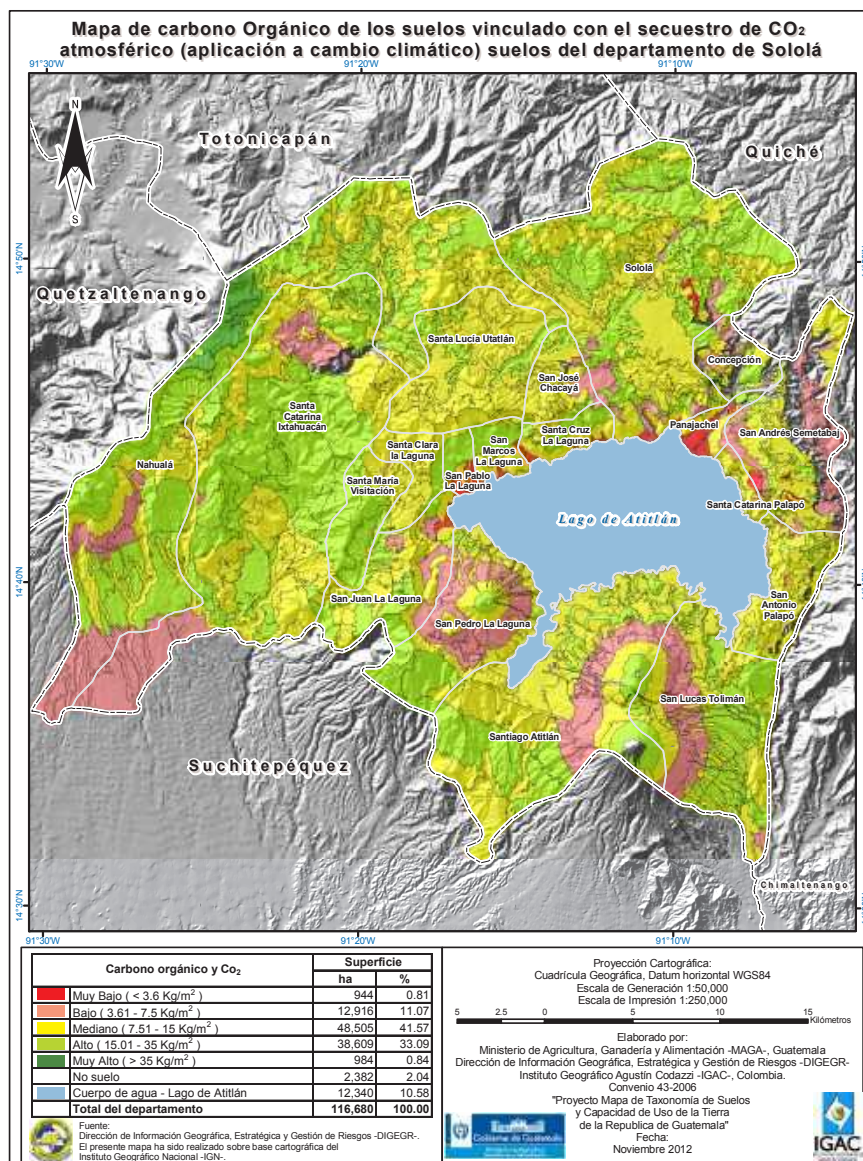


Figura 7.17 Cantidad de carbono orgánico de los suelos vinculado con el secuestro de CO₂ atmosférico, en el departamento de Sololá

El mapa de la figura 7.17 muestra el contenido (expresado en volumen) del carbono orgánico de los suelos del departamento de Sololá, hasta los 100 cm de profundidad. En él se destacan los siguientes aspectos:

- Las cantidades bajas y muy bajas abarcan el 11.9% de los suelos.
- Las cantidades medias incluyen el 41.6% de las tierras.
- El contenido del elemento que se califica como alto está presente en el 33.1% de los suelos; los muy altos son insignificantes en extensión. El 12.6% corresponde a áreas que no presentan suelos y cuerpos de agua.

Como conclusión puede afirmarse que los suelos están en capacidad de incrementar el contenido de carbono orgánico (materia orgánica) en más del 60% de su extensión. Ello dependerá del manejo al cual se sometan; si se llevan a cabo el departamento contribuirá con el secuestro del CO₂, aumentará su productividad agrícola y mejorará la calidad del recurso. Adicionalmente, los Andisoles y los suelos que intergradan a ellos, generan compuestos húmicos estables que, si son manejados en forma adecuada, contribuyen significativamente a combatir el cambio climático global.

7.3.5 Intensidad de uso de las tierras

El mapa de intensidad de uso de la tierra se obtuvo a través de intersectar los mapas de uso de la tierra y de clasificación de tierras por su capacidad de uso, el resultado es una tabla que compara las categorías de ambos mapas. La comparación se clasifica en las categorías Subutilizado, Uso correcto y Sobreutilizado que corresponden a las categorías de intensidad de uso de la tierra. En el Cuadro 7.1 se observa un ejemplo de esta comparación y en la Figura 7.18, se observa el mapa de intensidad de uso final.

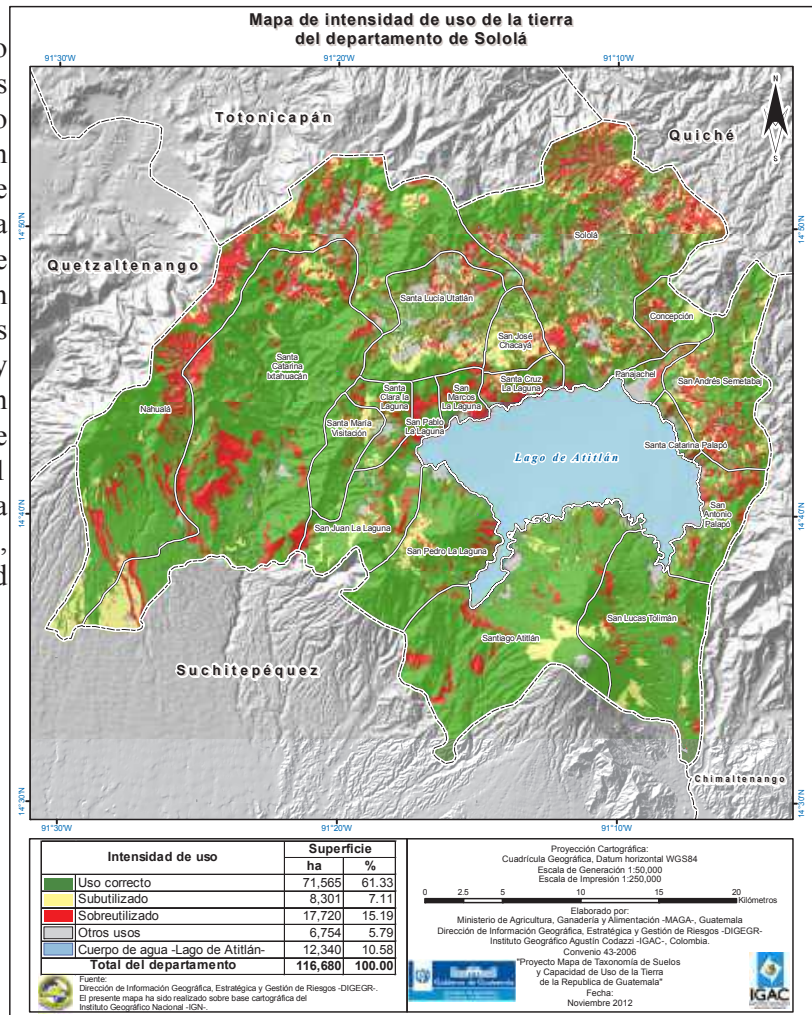


Figura 7.18 Mapa de intensidad de uso de la tierra del departamento de Sololá



Cuadro 7.1 Fragmento de la comparación y clasificación de intensidad de uso

CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE MANEJO	VOCACIÓN	USO ACTUAL	CALIFICACIÓN
IV	IVe	IVe1	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso Correcto
				Hortalizas	Uso Correcto
				Café	Uso Correcto
				Cebolla	Uso Correcto
				Hortalizas	Uso Correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Uso Correcto
				Mosaico de cultivos	Uso Correcto
				Papa	Uso Correcto
				Zanahoria	Uso Correcto
				Bosque mixto	Subutilizado
				Bosque de Pino	Subutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Subutilizado
				Tejido urbano	Otros Usos
		IVe2	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso Correcto
				Café	Uso Correcto
				Maíz y Frijol	Uso Correcto
				Mosaico de cultivos	Uso Correcto
				Pastos naturales	Subutilizado
				Plantaciones de pino	Subutilizado
				Bosque mixto	Subutilizado
				Espacios con vegetación escasa	Subutilizado
				Instalaciones deportivas y recreativas	Otros Usos
				Tejido urbano	Otros Usos
		IVe3	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso Correcto
				Café	Uso Correcto
				Hortalizas	Uso Correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Uso Correcto
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Subutilizado
				Áreas turísticas, arqueológicas	Otros Usos
				Tejido urbano	Otros Usos
	IVes	IVes1	AGRÍCOLA	Café	Uso Correcto
				Maíz	Uso Correcto
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Espacios con vegetación escasa	Subutilizado
VI	VIps	VIps2	AGROFORESTAL	Bosque mixto	Subutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Café	Uso Correcto
				Hortalizas	Sobreutilizado
				Espacios con vegetación escasa	Uso Correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Sobreutilizado
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Uso Correcto
				Tejido urbano discontinuo	Otros Usos



7.4 SINTESIS DEL CAPÍTULO

Los temas presentados en las páginas previas pueden ser resumidos y generalizados con la finalidad de proporcionar una visión amplia de los suelos del departamento de Sololá. Los detalles y aspectos específicos pueden consultarse en el acápite donde se explican las Unidades Cartográficas.

Para los aspectos físicos de los suelos, la retención de humedad es una de las limitantes en algunas áreas, dado que el 30% de las tierras la presentan en rangos bajos y muy bajos, o sea que tienen dificultades para retener el agua en el perfil. Ello, aunado a la deficiencia de lluvias durante un periodo prolongado (5 meses), determina la necesidad de riego con el fin de mantener su productividad (suelos predominantemente profundos y fértiles).

Desde el punto de vista químico los suelos no presentan problemas referidos al pH. Tanto la fertilidad química como la capacidad de intercambio y el Potasio aprovechable por las plantas pueden considerarse altos, sin embargo la saturación de bases es baja en un 52%. Las mayores limitaciones químicas radican en los valores bajos tanto de la materia orgánica (lo que implica deficiencias de Nitrógeno), como de los valores del Fósforo aprovechable por las plantas. En los suelos del orden Andisol y en aquellos con propiedades ándicas prevalece la retención de fosfatos.

Las limitantes más importantes, en general, de las tierras del departamento están referidos a las altas pendientes (por encima del 50%) que abarcan cerca del 55% de la superficie del departamento; la erosión actual calificada de ligera a moderada que se encuentra en más del 71% de los suelos y a la estacionalidad de las lluvias (varios meses secos al año) en más del 75% de la extensión del territorio. Otras limitantes que han sido analizadas en el capítulo de Capacidad de Uso y Grupos de Manejo se refieren a la presencia de fragmentos gruesos (piedras) en el suelo o en su superficie (no son muy conspicuos en relación a la extensión que representan) y a la retención de fosfatos que se da en los suelos con propiedades ándicas. La erosión severa, si bien en un área equivalente al 17% de la superficie del departamento, constituye una señal de alarma de lo que puede ocurrir si no se manejan y utilizan bien, de acuerdo a su capacidad, las tierras del departamento.

En referencia a la Intensidad de Uso de la Tierra, el 61.33% de las tierras del departamento se encuentran en la categoría de “uso correcto”; sin embargo hay que destacar que el calificativo obedece al análisis del uso actual versus la vocación de uso, no así al manejo adecuado de las tierras, lo cual se evidencia en la presencia de erosión en la mayoría de la superficie departamental e implica la degradación del recurso en el mediano y largo plazo. En lo posible es necesario promover y realizar prácticas de manejo y conservación del suelo.





7.5 BIBLIOGRAFÍA

ECOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA (ESA) 2008. Soil carbon sequestration fact sheet. Jan-Peter Mund (Topic Editor) .<http://www.eoearth.org/article/Soil-carbon-sequestration-fact-sheet>.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2006. Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos. Subdirección de Agrología, Bogotá. Colombia. Sexta edición. 648 p.

LAL, R. 2004. Soil Carbon Sequestration on Climate Change and Food Security .Science.Vol.304 No.5677 pp:1623-1627.

MAEDA, T; TAKENAKA .H; B.P. WARKENTIN. 1977. Physical properties of allophane soils. Advances in Agronomy 29:229-264.

NEIRA, F.; GABRIELS, D.; VERBIST ,K; D. LOBO. 2010. Assessment of rainfall aggressivity for Latin America and the Caribbean Countries. Univ. Gent. Int. Centre for Eremology. Cazalac. Org. de las Naciones Unidas para la Educ. la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

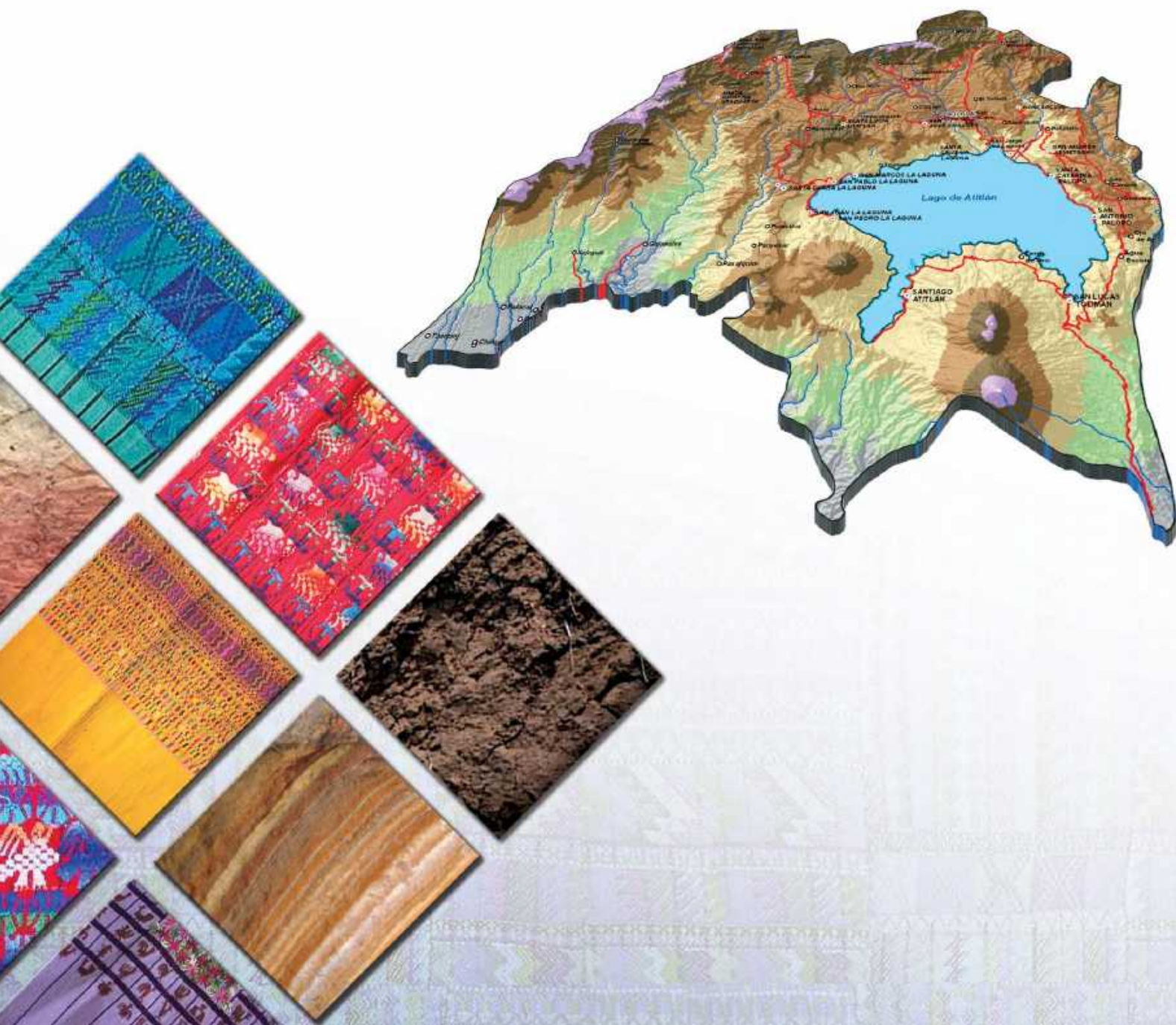
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos, U.S.A. 147 p.

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

----- **1993.** Soil Survey Manual. USDA. NRCS.

SUMNER E.M.; WEST, T.L.; J.E. LEAL. 1992. Suelos de la agroindustria cafetalera de Guatemala. Región Sur. Universidad de Georgia. Departamento de Agronomía. Athens. Estados Unidos de Norteamérica.

ANEXOS





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

ANTECEDENTES

A finales del año 2005 la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR) del Ministerio de Agricultura de Guatemala (MAGA), decidió contratar un estudio de preinversión para la elaboración de un mapa de clasificación taxonómica de suelos a nivel nacional y a escala de semidetalle, 1:50,000; para ello se contrató al Ing. Hugo Tobías, reconocido experto nacional en clasificación de suelos. El proyecto elaborado contenía recomendaciones sobre la conveniencia de establecer alianzas estratégicas con países de reconocida experiencia en la materia, uno de los países mencionados fue Colombia debido a la trayectoria en estudios de suelos desarrollada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Se establecieron los contactos necesarios entre el MAGA y el IGAC y en agosto del 2006, se firmó el “Convenio de Cooperación No. 43-2006: Fortalecimiento Institucional y Asistencia Técnica entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la República de Guatemala y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC- de la República de Colombia”. El objeto del convenio es el compromiso del IGAC en brindar asesoría, capacitación, acompañamiento y supervisión para que el MAGA pueda obtener el Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra en su Fase I, que involucra los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Escuintla, Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos.

El primer departamento realizado fue Chimaltenango que ha funcionado como “departamento piloto” para el entrenamiento de los edafólogos guatemaltecos, el entrenamiento de los laboratorios de suelos del país y la adecuación a las condiciones locales de algunas variables (como los rangos climáticos, por ejemplo) vinculadas a los factores formadores de suelos. Con la experiencia adquirida se realizó el segundo departamento correspondiente a Sacatepéquez y el tercero al cuál hace mención este capítulo es al departamento de Sololá.

El levantamiento semidetallado de suelos del departamento de Sololá, se realizó conforme a las especificaciones del IGAC (2007, 2008, 2010), utilizando una combinación entre los enfoques sintético y analítico, por medio del cual se utilizaron técnicas de reconocimiento de suelos a partir de interpretación geomorfológico - climática, la descripción in situ de las características internas y externas del suelo, el análisis de laboratorio de muestras de los suelos representativos de la población edáfica delimitada, la cual finalmente fue clasificada y cartografiada a nivel de familia y a escala semidetallada 1:50,000.

La determinación del inventario de suelos fue producto de realizar un análisis profundo e interpretativo de la información obtenida en gabinete, campo y laboratorio de suelos, así como la espacialización de las unidades de mapeo a partir de información geomorfológica y la asignación de los atributos edáficos y generales agrupados en Unidades Cartográficas de Suelos (UCS), a través de las cuales se delimitó la población taxonómica de los mismos y se definió el Mapa de Suelos. El flujograma con las etapas empleadas y sus actividades se muestra en la Figura A-1 y se describe a continuación.



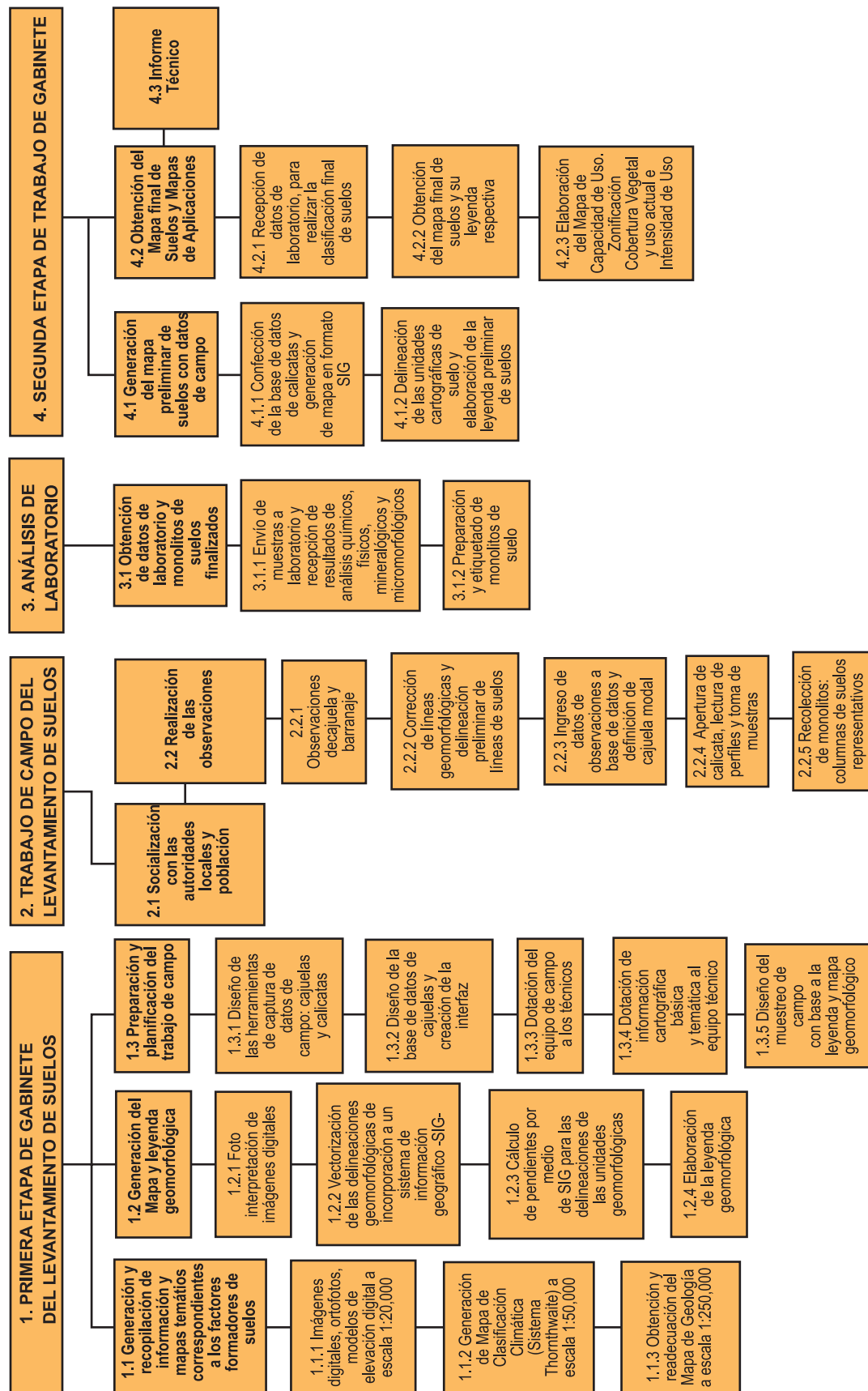


Figura A-1. Flujoograma de las etapas utilizadas para el levantamiento de suelos



1. PRIMERA ETAPA DE GABINETE DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

La primera etapa de gabinete incluyó una serie de actividades conducentes a obtener los mapas correspondientes a los factores formadores de suelos: Relieve, Clima, Material Parental y Geomorfología. Asimismo, incluyó actividades de preparación y planificación del trabajo de campo. Las actividades se describen a continuación.

1.1 Generación y recopilación de información y mapas temáticos correspondientes a los factores formadores de suelos

Se recopiló información digital e impresa de mapas temáticos vinculados a los factores formadores del suelo que cubren el departamento de Sololá. Respecto a estudios de suelos del país, el único de ámbito nacional es el denominado “Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala” que fue publicado en 1959 y los trabajos de campo realizados de 1944 a 1947 (Simmons y otros, 1959); y con cobertura parcial se tienen el “Estudio de Suelos de la Industria Cafetalera de Guatemala: Región Sur” (ANACAFÉ, 1992); el Estudio Semidetallado de Suelos de la Zona Cañera del Sur de Guatemala (CENGICANÁ, 1996); el Estudio Semidetallado de Suelos del Departamento de Chimaltenango (UPGGR-MAGA, 2010) y el Estudio Semidetallado de Suelos del Departamento de Sacatepéquez (DIGEGR-MAGA, 2012). También se recopiló informaciones de fisiografía, clima, geología y otros aspectos temáticos que en su mayor parte fueron digitalizados en el Laboratorio de Información Geográfica de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del MAGA. Para los temas indicados, las referencias cartográficas utilizadas ya existentes o generadas por la UPGGR*, fueron:

1.1.1 Imágenes digitales, ortofotos, modelos de elevación digital a escala 1:20,000

La UPGGR del MAGA coordinó el “Proyecto Obtención de Imágenes Digitales a Escala de Detalle de la República de Guatemala” que tuvo como objetivo obtener imágenes digitales de alta resolución (píxel de 0.5 metros y escala aproximada 1:1,000 del territorio nacional); estas imágenes fueron convertidas a ortofotos de 20 km² y se obtuvieron modelos de elevación digital a escala de detalle. El vuelo fotogramétrico se llevó a cabo en la temporada de vuelos del año 2006 (enero a marzo) y en la temporada de vuelos del año 2007. Cada par de imágenes digitales poseen un traslape del 60% lo que permite su fotointerpretación y la separación horizontal entre cada toma de imágenes en las líneas de vuelo es de aproximadamente 3 km. En la Figura A-2 se muestran las líneas del departamento y un acercamiento.

* La Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo -DIGEGR- tiene como funciones el generar, procesar y difundir información geográfica, funciones heredadas de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo -UPGGR- del MAGA, según Acuerdo Gubernativo 338-2010, Reglamento Orgánico Interno del MAGA.

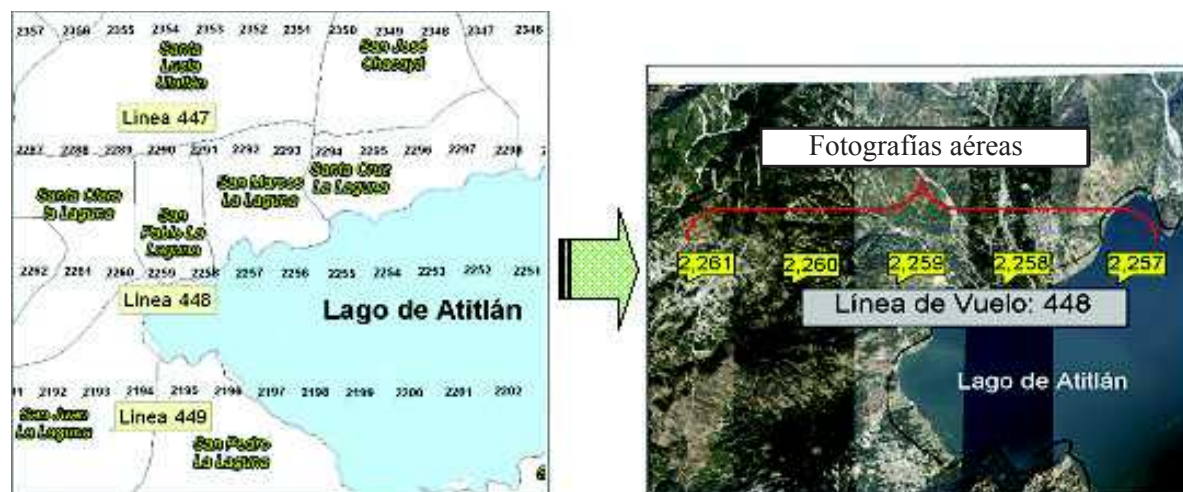


Figura A-2. Líneas de vuelo y acercamiento a toma de imágenes

La decisión de fotointerpretar las imágenes digitales a la escala cartográfica 1:20,000, fue tomada por los expertos en fotointerpretación y geomorfología del IGAC, basados en la resolución de las imágenes digitales que eran demasiado detalladas para los fines del estudio de suelos (escala de semidetalle 1:50,000) y al incrementar la escala, el área útil entre dos pares estereoscópicos de imágenes se reducía considerablemente, por lo que era demasiado pequeña para trabajarla en forma adecuada.

Asimismo, otro de los productos del “Proyecto Obtención de Imágenes Digitales a Escala de Detalle de la República de Guatemala” fue la actualización cartográfica de la base nacional (propiedad del Instituto Geográfico Nacional - IGN) a escala 1:50,000; esta actualización fue realizada a través de una digitalización de los elementos mostrados en los ortofotos y el IGN realizó una supervisión de campo muy detallada. La nueva base cartográfica nacional a escala 1:50,000 cubrió el territorio nacional y en el proyecto de levantamiento de suelos, fue utilizada para la ubicación de los equipos en el campo y en el informe final, ha servido para la representación de las unidades cartográficas, de forma que permita al usuario una rápida ubicación geográfica de los polígonos de suelos. En la Figura A-3 se muestra un acercamiento a las unidades cartográficas donde se utiliza como “tapiz de fondo” la hoja actualizada.



Figura A-3. Base cartográfica actualizada a escala 1:50,000, utilizada como “tapiz de fondo” para mostrar las unidades cartográficas de suelos

1.1.2 Generación del mapa de clasificación climática (Sistema Thornthwaite) a escala 1:50,000

Al comenzar el estudio de suelos no se contaba con la información climática a escala de semidetalle, únicamente se disponían de mapas de clasificación de clima a escala 1:250,000 con base a los sistemas de Thornthwaite y Köppen; se hizo necesario contratar los servicios de un equipo consultor para generar un estudio de clasificación climática nacional, el cual se denominó “Mapa de Clasificación Climática de la República de Guatemala a escala 1:50,000 adaptado del Sistema Thornthwaite”, (UPGGR, 2009), el cual se generó con base al procedimiento descrito a continuación

a). Base de datos e interpolación

El proceso incluyó varias etapas: integración de la base electrónica de datos mensuales, de temperatura y precipitación pluvial de los datos del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Esta integración permitió actualizar y fortalecer la información para aplicar el sistema Thornthwaite a una “red de estaciones no homogénea e irregular”.

Las categorías de series de datos de acuerdo a la ubicación y longitud de las series fueron obtenidos de estaciones del INSIVUMEH, para ello se utilizaron los registros de:

- 62 estaciones principales o de control (con series de registros climáticos que abarcan un mínimo de 30 años).
- 78 estaciones auxiliares (con series de registros de más de 10 años).
- 44 estaciones fronterizas (en su mayoría con Normal Climática).

Los datos de las estaciones se interpolaron inicialmente a una rejilla uniforme de 5 minutos de latitud



por 5 minutos de longitud (aproximadamente 10 km²), logrando con ello regularidad y un mayor número de puntos a interpolar (el método de interpolación utilizado fue el “método de la distancia por el inverso al cuadrado”).

La rejilla de elevaciones del modelo de elevación digital a escala 1:50,000 fue utilizada como variable predictora en el proceso de interpolación de la temperatura. Para la estimación de las variaciones verticales de temperatura del aire, se aplicó un gradiente térmico de 0.6 °C por cada 100 metros de elevación. Para combinar elevación con temperatura, se procedió a generar un campo en el cual se interpolaron los valores de temperatura media mensual de las estaciones meteorológicas, reducidas por el gradiente térmico a un nivel cero o a nivel medio del mar. Para relacionar la elevación con temperatura, se combinó la rejilla de temperatura media mensual interpolada con la rejilla de elevaciones, para obtener el campo de temperatura corregido por elevación.

En el caso de la precipitación, como la relación con el relieve es mucho más compleja el predictor por elevación no fue utilizado directamente en la creación de los campos. La disponibilidad del mayor número de estaciones meteorológicas, compensa y valida la interpolación de los datos de precipitación media mensual.

b). Carácter del clima

b.1) Determinación del índice de humedad (I)

En 1948, Thornthwaite propuso una clasificación climática cuya principal característica fue la utilización de la evapotranspiración potencial (EVTP) como parámetro fundamental para la delimitación de los distintos tipos climáticos, por lo que el sistema se desarrolló considerando la efectividad de la humedad y temperatura para la vida vegetal (Thornthwaite y Hare, 1955).

Sin embargo, debido al elevado número de factores que influyen sobre la EVTP (temperatura-humedad del aire, radiación solar, velocidad-turbulencia del viento y otros), su medida resulta extremadamente compleja. Por ello se optó por utilizar registros de precipitación y temperatura, mediante la siguiente ecuación (INSIVUMEH, 1990):

$$I = \sum_{i=1}^{\pi-12} 1.64 \left(\frac{P}{T + 12.2} \right)^{10/9}$$

De donde:

I = Índice de Thornthwaite o índice de la jerarquía de humedad

P = Precipitación promedio mensual en milímetros

T = Temperatura promedio mensual en grados centígrados

Aplicando la fórmula anterior, se determinaron los índices “I” que expresan la efectividad de la lluvia que genera un tipo de vegetación característico y el carácter del clima por humedad. Los resultados se presentan en el Cuadro A-1.



Cuadro A-1. Jerarquía de humedad según el índice “I”, Sistema Thornthwaite

Índice "I"	Símbolo	Carácter del clima	Vegetación natural característica
128 o mayor	A	Muy húmedo	Selva
64 a 127	B	Húmedo	Bosque
32 a 63	C	Semi seco	Pastizal
16 a 31	D	Seco	Estepa
16 o menor	E	Muy seco	Desierto

La adaptación para las condiciones del país, se realizó con base al factor exponencial “10/9” de la ecuación correspondiente, por lo que los cambios respecto al original se presentan en el Cuadro A-2.

Cuadro A-2. Rango de precipitación pluvial promedio anual (de referencia)

Índice “I”	Símbolo	Carácter del clima	Precipitación promedio (mm)
Mayor a 343	A	Pluvial	5,001 o mayor
271 a 342	B	Muy Húmedo	4,001 a 5,000
135 a 270	C	Húmedo	2,001 (-100) a 4,000 (-300)
67 a 134	D	Sub Húmedo	1,001 (-200) a 2,000 (+600)
33 a 66	E	Semi Seco	601 a 1,000 (+400)
17 a 32	F	Seco	251 a 600

b.2) Determinación del índice de temperatura (Y)

El índice térmico original o índice de calor, constituye parte del cálculo de la EVTP del sistema, que es uno de los parámetros básicos de la clasificación de 1948.

La aplicación del índice térmico de Thornthwaite, genera las jerarquías de humedad presentadas en el Cuadro A-3.

Cuadro A-3. Jerarquía de temperatura según el índice térmico, sistema Thorthwaite

Jerarquía del índice “Y”	Símbolo	Carácter del clima
128 o mayor	A'	Cálido
101 a 127	B'	Semicálido
80 a 100	B ' 2	Templado
64 a 79	B ' 3	Semifrío
32 a 63	C	Frío
16 a 31	D	De Taiga
1 a 15	E	De Tundra

Para el caso del modelo adaptado, el ajuste realizado a los valores de las jerarquías del Sistema de Clasificación Climática de Thornthwaite, se efectuaron en los puntos de rejilla y estaciones, a través del factor “9/20” para el índice térmico, tal como se muestra a continuación:

$$Y = \sum_{i=1}^{\pi-12} 9/20(T) \quad \text{Donde:}$$

Y = Índice térmico o índice de la jerarquía de temperatura

T = Temperatura media mensual en grados centígrados

Los valores resultantes de la aplicación de la fórmula indicada, incluyendo los valores de temperatura promedio para las condiciones del país se presentan en el Cuadro A-4.

Cuadro A-4. Adaptación del índice térmico

Índice “Y”	Símbolo	Tipo de clima (carácter del clima)	Temperatura promedio (grados centígrados)
Mayor de 150	A ‘ 2	Muy cálido	27.9 o mayor
131 a 150	A ‘	Cálido	24.4 a 27.8
111 a 130	B ‘	Semi cálido	20.8 a 24.3
91 a 110	B ‘ 2	Templado	17.1 a 20.7
61 a 90	B ‘ 3	Semi frío	14.3 a 17.0
31 a 60	C ‘	Frío	10 a 14.2

c). Cálculo, combinación y suavizado de los modelos del clima

Mediante álgebra de mapas en el SIG de la UPGGR, se combinaron los índices “I” y “Y” y se generó una capa que definió el clima en una forma genérica, esta capa se verificó y validó mediante la revisión de resultados para cada punto en rejilla versus estaciones de control, estaciones fronterizas y criterio experto y finalmente, fue suavizada a mano alzada y con criterio experto, utilizando la topografía del modelo de elevación a escala 1:50,000, el mapa de zonas de vida de Holdridge (Cruz, 1982), vertientes, cuencas principales, ríos y cuerpos de agua.

Los polígonos suavizados se digitalizaron para conformar un modelo de clima con los siguientes atributos cuantitativos y cualitativos: valores de índice, simbología, tipo de clima, referencias de elevación, superficie del polígono, promedios anuales de temperatura y precipitación.

Dentro del estudio también se consideraron los cálculos de la evapotranspiración potencial y el índice de aridez.

d). Resultados

El mapa de clasificación climática para Guatemala a escala 1:50,000 presentado en la Figura A-4 generó 23 tipos climáticos, a los que se sumaron 2 tipos más definidos a partir de la revisión de los parámetros mostrados en el Cuadro A-5 y su adaptación a fines edafológicos. Los 25 tipos definidos se muestran en el Cuadro A-5.

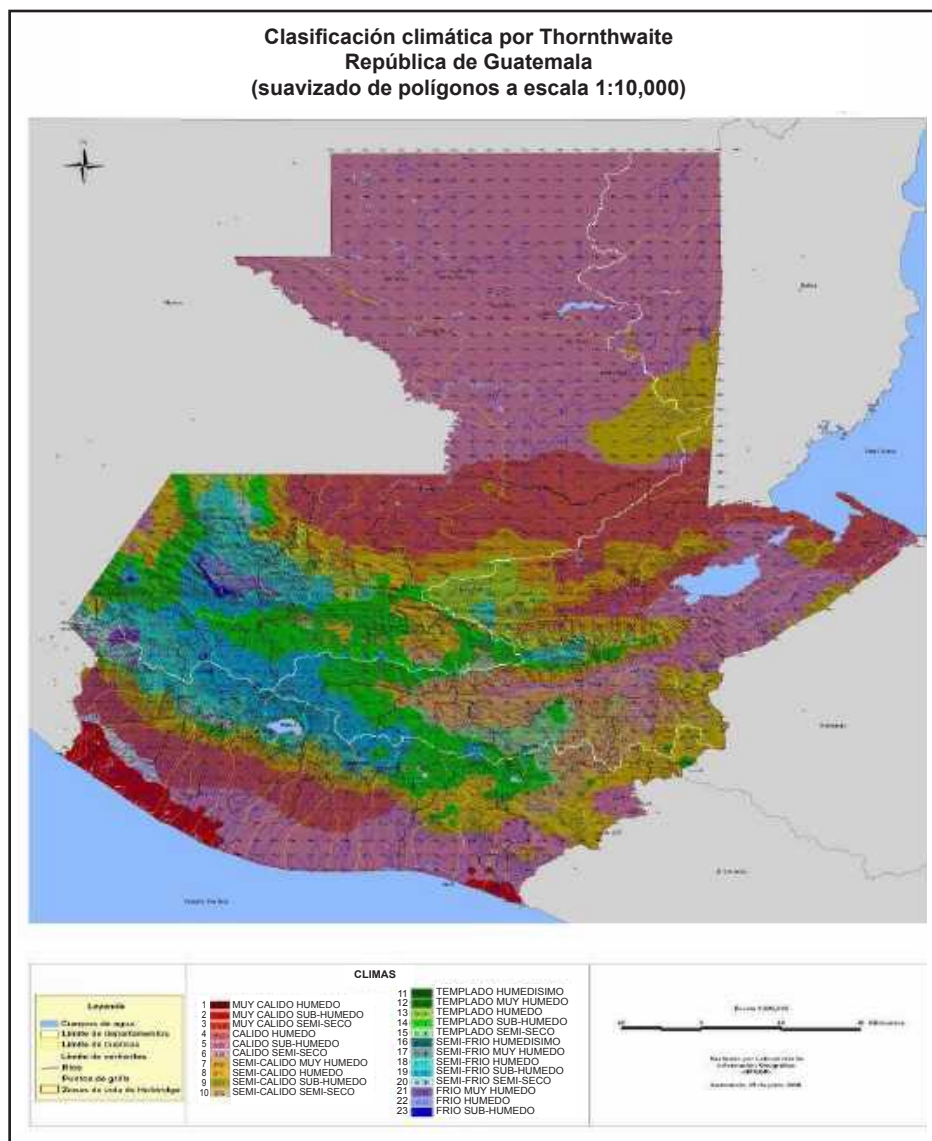


Figura A-4 Mapa clasificación de climas con base a Thornthwaite

De los climas registrados, los que se presentan en el departamento de Sololá son los siguientes: Muy frío húmedo (D), Frío húmedo (J), Semifrío húmedo (S), Templado húmedo (B), Templado subhúmedo (Q) y Semicálido húmedo (H), Templado muy húmedo (O).

**Cuadro A-5. Tipos climáticos determinados para la República de Guatemala a escala 1:50,000
(DIGEGR – MAGA, 2009 adaptada de Thornthwaite)**

No. Correlativo	Código*	Unidad climática (temperatura y lluvia o provincia de humedad)	Código de temperatura	Código de humedad	Índice de temperatura (Y)	Índice de humedad (I)	Temperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm) +/- (holgura)	Altitud (msnm)
1	A	Cálido semiseco	A'	E	131-150	33-66	24.4-27.8	601 a 1000	0 a 600 (+/-100)
2	T	Cálido subhúmedo	A'	D	131-150	67-134	24.4-27.8	1001 a 2000	0 a 600 (+/-100)
3	K	Cálido húmedo	A'	C	131-150	135-270	24.4-27.8	2001 a 4000	0 a 600 (+/-100)
4	X	Cálido muy húmedo						>4001	0 a 600 (+/-100)

No Correlativo	Código*	Unidad climática (temperatura y lluvia o provincia de humedad)	Código de Temperatura	Código de Humedad	Índice de temperatura (Y)	Índice de humedad (I)	Temperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm) +/- (holgura)	Altitud (msnm)
5	W	Semicálido semiseco	B'	E	111-130	33-66	20.8-24.3	601 a 1000	600 a 1000 (+/-100)
6	P	Semicálido subhúmedo	B'	D	111-130	67-134	20.8-24.3	1001 a 2000	600 a 1000 (+/-100)
7	H	Semicálido húmedo	B'	C	111-130	135-270	20.8-24.3	2001 a 4000	600 a 1000 (+/-100)
8	Y	Semicálido muy húmedo	B'	B	111-130	271-342	20.8-24.3	>4001	600 a 1000 (+/-100)
9	U	Templado semiseco	B'2	E	91-110	33-66	17.1-20.7	< 600	1000 a 1800 (+/-100)
10	Q	Templado subhúmedo	B'2	D	91-110	67-134	17.1-20.7	601 (-200) a 1000 (+300)	1000 a 1800 (+/-100)
11	B	Templado húmedo	B'2	C	91-110	135-270	17.1-20.7	1001 (-100) a 2000 (-300)	1000 a 1800 (+/-100)
12	O	Templado muy húmedo	B'2	B	91-110	271-342	17.1-20.7	2001 a 4000	1000 a 1800 (+/-100)
13	M	Templado extremadamente húmedo	B'2	A	91-110	>343	17.1-20.7	>4001	1000 a 1800 (+/-100)
14	L	Semifrío semiseco	B'3	E	61-90	33-66	14.3-17.0	< 600	1800 a 2300 (+/-100)
15	N	Semifrío subhúmedo	B'3	D	61-90	67-134	14.3-17.0	601 a 1000	1800 a 2300 (+/-100)
16	S	Semifrío húmedo	B'3	C	61-90	135-270	14.3-17.0	1001 a 2000	1800 a 2300 (+/-100)
17	R	Semifrío muy húmedo	B'3	B	61-90	271-342	14.3-17.0	2001 a 4000	1800 a 2300 (+/-100)
18	V	Semifrío extremadamente húmedo	B'3	A	61-90	>343	14.3-17.0	>4001	1800 a 2300 (+/-100)
19	F	Frío subhúmedo	C'	D	31-60	67-134	10-14.2	601 a 1000	2300 a 2700 (+/-100)
20	J	Frío húmedo	C'	C	31-60	135-270	10-14.2	1001 a 2000	2300 a 2700 (+/-100)
21	E	Frío muy húmedo	C'	B	31-60	271-342	10-14.2	2001 a 4000	2300 a 2700 (+/-100)
22	G	Frío extremadamente húmedo	C'	A	31-60	271-342	10-14.2	>4001	2300 a 2700 (+/-100)
23	D	Muy frío húmedo					8-10 (transición)	1001 a 2000	2700 a 3300 (+/-100)
24	I	Muy frío muy húmedo					8-10 (transición)	> 2000	2700 a 3300 (+/-100)
25	Z	Extremadamente frío húmedo					<8	1001 a 2000	> 3300
26	C	Varios climas							

Fuente: UPGGR – MAGA, 2009 Adaptada

Nota: * Código interno del proyecto de levantamiento de suelos utilizado para identificar los climas.

1.1.3 Obtención y readecuación de los mapas de geología a escala 1:50.000 y 1:250,000

La información geológica se derivó de los cuadrángulos geológicos de escala 1:50,000 denominados: Sololá 1960-2 (IGN, 1982); Santa Catarina Ixtahuacán 1960-3, San Lucas Tolimán 1959-2 y Chicacao 1959-4 (Bonnis, 2009) y se complementó el área norte del departamento con el mapa geológico a





escala 1:250,000 (IGN, 1993). El análisis para definir los materiales geológicos del departamento a escala 1:50,000 fue realizado por docentes de la carrera de Geología del Centro Universitario del Norte –CUNOR- de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 2007, para el proyecto de Levantamiento de Suelos convenio MAGA-IGAC, del departamento de Chimaltenango, del cual se tomaron símbolos y materiales comunes en el departamento de Sololá.

Asimismo, se contó con la asesoría del Doctor Samuel Boris Bonis quien fue el autor de la recopilación y revisión de los cuadrángulos ya indicados.

Un fragmento de la leyenda de geología de la hoja de Guatemala, donde se observa la ampliación de detalles de la leyenda, que ha sido realizado por técnicos del CUNOR se presenta en el Cuadro A-6. Con las observaciones fue posible mejorar la leyenda original y precisar los materiales geológicos y parentales de cada polígono.

Cuadro A-6. Fragmento de la leyenda del mapa de geología nacional.

Nombre	Descripción	Superficie Concepto		Concepto	Localización	Tipo de rocas
		Ha	%			
Tg	Materiales ígneos del Terciario	11,750	11.5	Rocas graníticas intrusivas o plutónicas. Estas son rocas félsicas de grano grueso, usualmente de color pálido, con cuarzo, feldespatos y micas.	En la hoja geológica de Sololá aparece como Tg, dominan una pequeña franja del sur-orienté del departamento y en mayor extensión al sur-occidente del departamento en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán y Nahualá.	Granito, cuarzo monzonita, granodiorita y cuarzo diorita.
Qp	Pómez del Terciario y Cuaternario	13,108	12.9	Pómez riolítica y riodacítica; la roca de pómez riolítica tiene minerales de cuarzo, feldespatos y micas (pueden tener inclusiones de moscovita y/o biotita). La roca de pómez riodacítica tiene minerales de cuarzo, feldespato, micas y anfíboles (pueden tener inclusiones de piroxeno).	En la hoja geológica 1:250,000 (Guatemala) está como Qp, pero en la hoja geológica 1:50,000 Sololá está como Qa, Qta, Ta y Td, se encuentra distribuido en varias zonas del departamento.	El Qtd (tobas y diatomeas del Cuaternario) es tefra interestratificada con diamectones pomáceos y sedimentos fluviolacustres; los diamectones pueden tener espesores de 50 metros. La tefra es todo tipo de material volcánico piroclástico. De acuerdo a Flint et al (1960) el diamecton es un término no genético y se aplica para un sedimento mal clasificado, son depósitos de espesor variable compuestos de bombas pomáceas, bloques y lapillis en una matriz de ceniza pomácea y cristales; también contienen fragmentos variables de materiales líticos, mayoritariamente de origen volcánico.

Fuente: Mapa Geológico de la República de Guatemala. IGN, 1,993.

1.2 Generación del mapa y leyenda geomorfológica

La geomorfología es el estudio de las formas del relieve de la superficie terrestre; su utilización práctica permite la descripción y análisis de las formas y evaluación del relieve estudiando los procesos de modelado. Tiene gran importancia en los estudios de suelos por la estrecha relación existente entre la génesis de las unidades geomorfológicas y edáficas. La geomorfología interviene en todas las etapas de los levantamientos de suelos, desde la fase de fotointerpretación, hasta el mapeo de campo y la interpretación de la génesis y evolución de los suelos (IGAC, 2007).

Para obtener el mapa de geomorfología con su leyenda correspondiente, fue necesario realizar varias actividades, las que se describen a continuación.

1.2.1 Interpretación de fotografías aéreas o fotointerpretación

El proceso de fotointerpretación para separar las unidades geomorfológicas se realizó con base en la aplicación del Sistema de Clasificación Geomorfológica de Zinck, 1987. Para dicho proceso se imprimieron 415 aerofotografías en color natural (RGB) a escala 1:20,000 (MAGA, 2006), con las cuales se formaron los pares estereoscópicos y finalmente se fotointerpretaron 187 unidades. En cada par estereoscópico se utilizó un acetato para delimitar el área útil y la delineación de las unidades geomorfológicas a nivel de detalle, que corresponden en orden descendente a Paisaje, Tipo de Relieve y Forma del Terreno (Figura A-5).

Las actividades realizadas en la fase de fotointerpretación fueron las siguientes:

- Montaje del juego de imágenes digitales para comprobar el recubrimiento en todo el departamento, elaborar el índice de vuelo.
- Impresión de las fotografías aéreas de las líneas de vuelo identificadas en el departamento y delimitación del área útil.
- Fotointerpretación mediante el análisis geomorfológico. Cada unidad delimitada se identificó con un símbolo alfanumérico que indica el paisaje, el clima, el tipo de relieve, forma del terreno, grado de pendiente, erosión y pedregosidad superficial

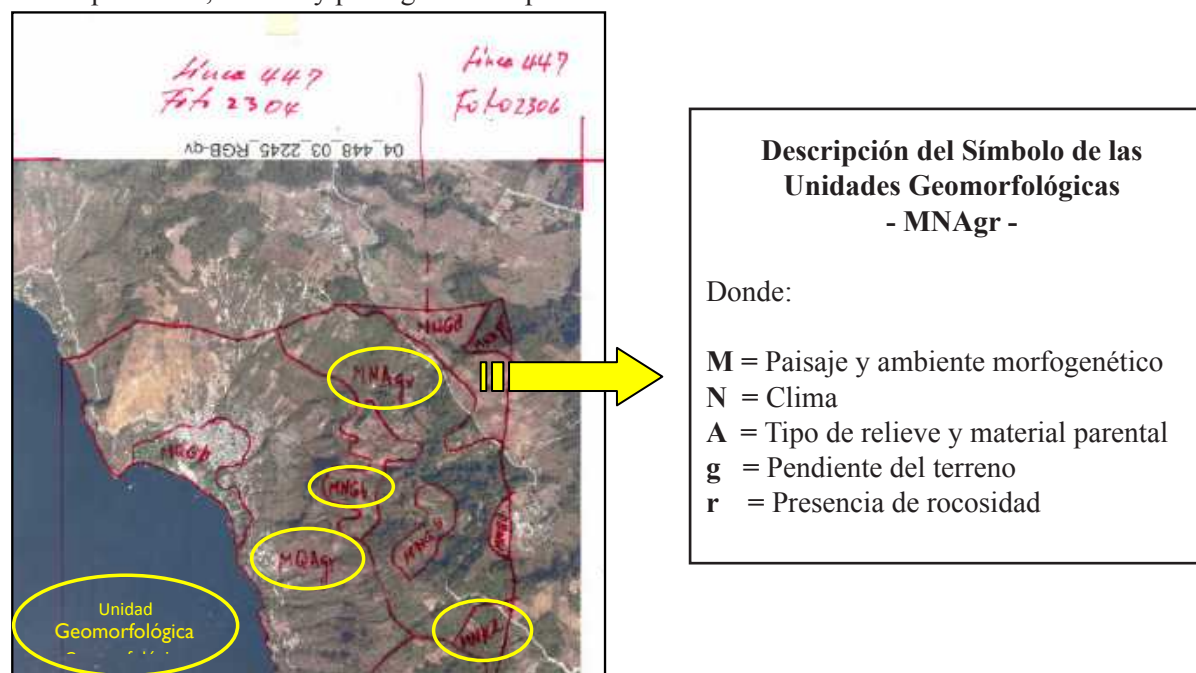


Figura A-5. Delimitación del área útil de las imágenes digitales y las delineaciones de las unidades geomorfológicas



1.2.2 Vectorización de las delineaciones geomorfológicas e incorporación a un sistema de información geográfico –SIG–

Los acetatos con las delineaciones de las unidades geomorfológicas fueron escaneados para proceder a su vectorización, con las siguientes actividades:

a). Ortorectificación de los acetatos

Debido a que las delineaciones en acetato son el producto de una visualización tridimensional de la superficie del terreno, se requiere que en cada uno de ellos se realice el proceso de ortorectificación, que consiste en la ubicación espacial en sus tres ejes (x, y, z). Para ello se utilizó el software ERDAS con el módulo Corrección geométrica, teniendo como referencia los ortofotos en color natural (RGB) con una resolución de 0.5 m (MAGA, 2006). Figura A-6.

Esta actividad también implica observar físicamente las fotos y acetatos para colocar los puntos de ubicación espacial con mayor precisión.

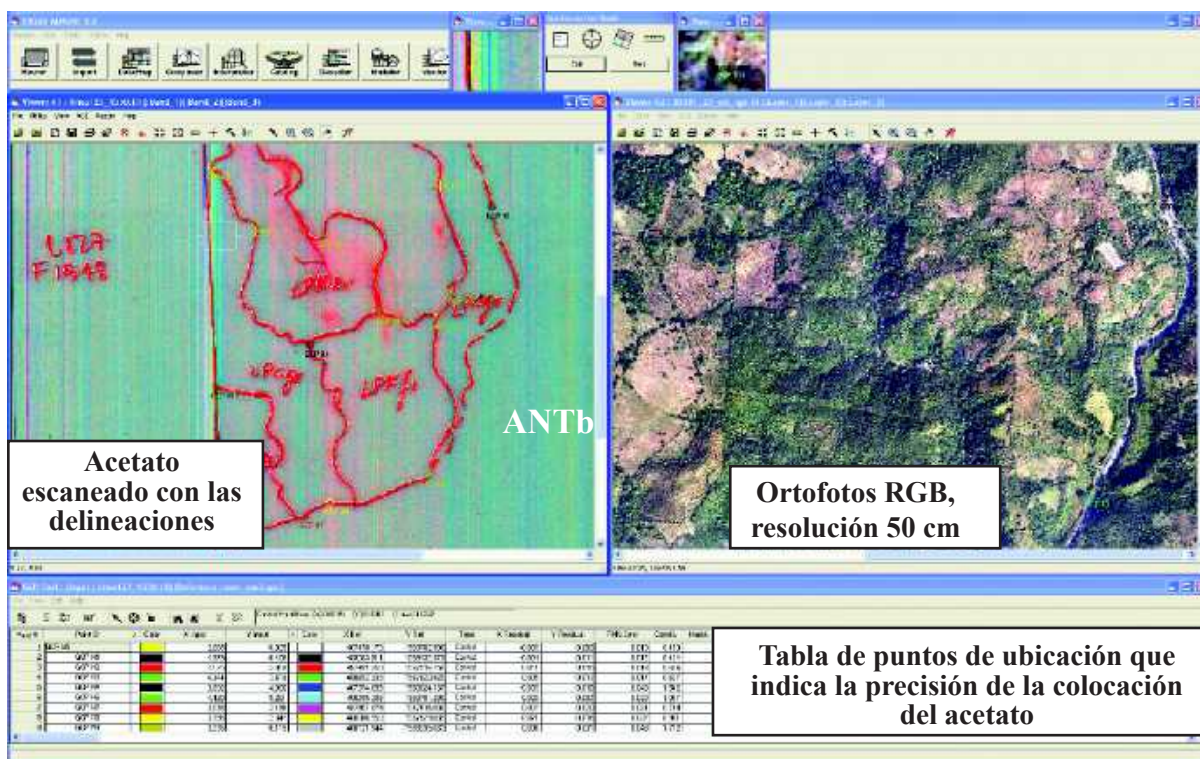
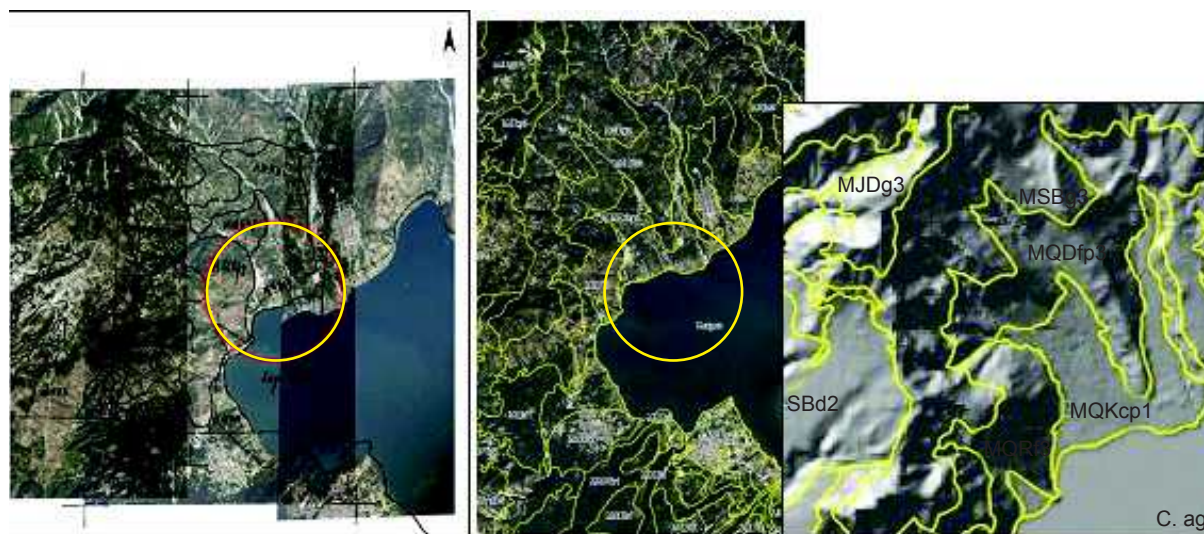


Figura A-6. Ambiente del software ERDAS para la ortorectificación de los acetatos

b). Vectorización de las delineaciones

Una vez ortorectificados todos los acetatos, se procedió a vectorizar las delineaciones de las unidades geomorfológicas, en las que se anexaron los símbolos correspondientes de paisaje, clima, tipo de relieve, forma del terreno, pendiente, grado de erosión y pedregosidad. La vectorización se realizó en el software ArcGIS 9.2®. Figura A-7.



A-7. Proceso de vectorización de los acetatos ortorectificados y asignación de atributos

1.2.3 Cálculo de pendientes por medio del SIG para corroborar las delineaciones de las unidades geomorfológicas

Uno de los atributos del símbolo de las unidades geomorfológicas es la pendiente, que va expresada por una literal de la “a” a la “g”, la cual, el fotointérprete asigna de forma general en cada una de las delineaciones. Con el objeto de estimar la pendiente con mayor precisión, se calculó mediante el SIG la pendiente predominante, utilizando como insumo el modelo de elevación digital –MED- con resolución de 15 metros. (MAGA, 2006). Figura A-8.

Modelo de elevación digital -MED- de 15 metros
Departamento de Sololá

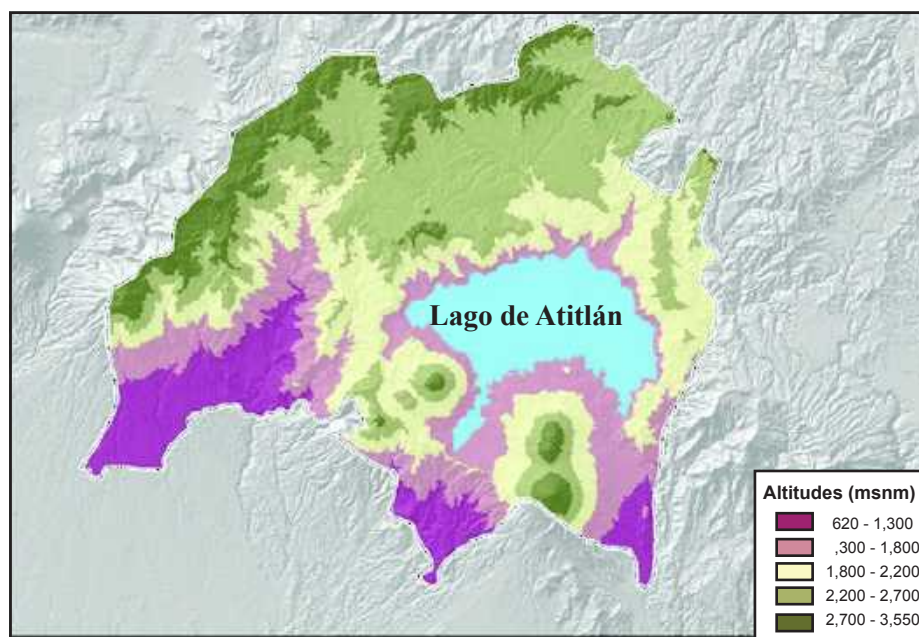


Figura A-8 Modelo de elevación digital de 15 metros

El proceso para generar las pendientes y la asignación del cálculo para las delineaciones de las unidades geomorfológicas fue el siguiente: Por medio del ArcGIS 9.2®. y su extensión Spatial Analyst se generaron las pendientes en porcentaje a través del MED. Ver Figura A-9.

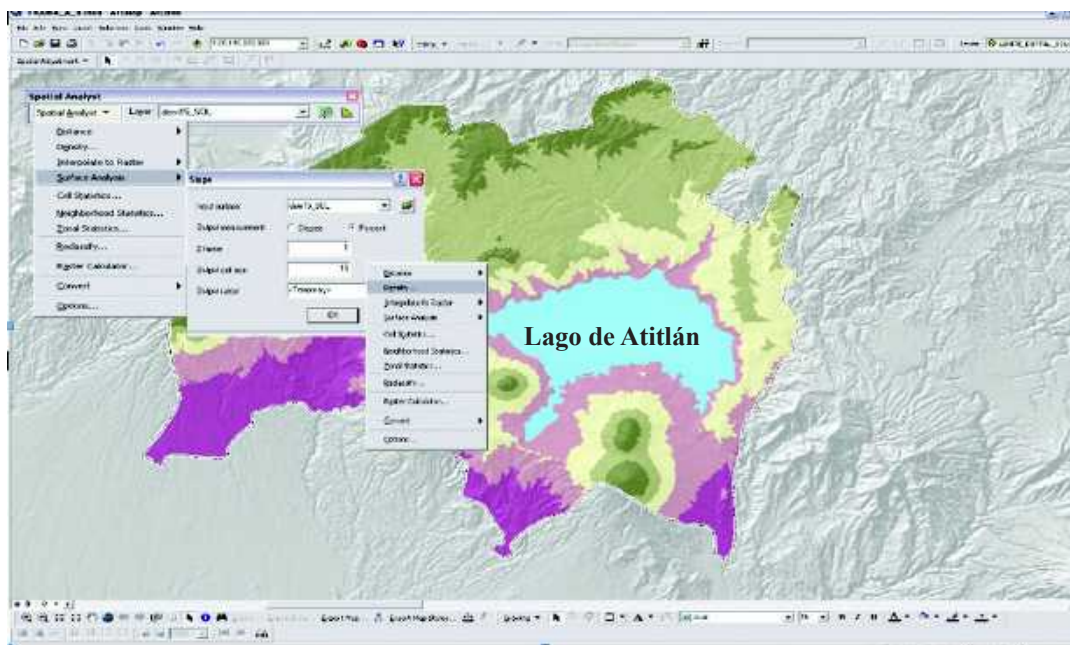


Figura A-9. Generación de la capa de pendientes a través del MED

Las pendientes resultantes se reclasificaron según los rangos utilizados por el IGAC, para ello se utilizó la extensión Spatial Analyst/Reclassify. Ver Figura A-10.

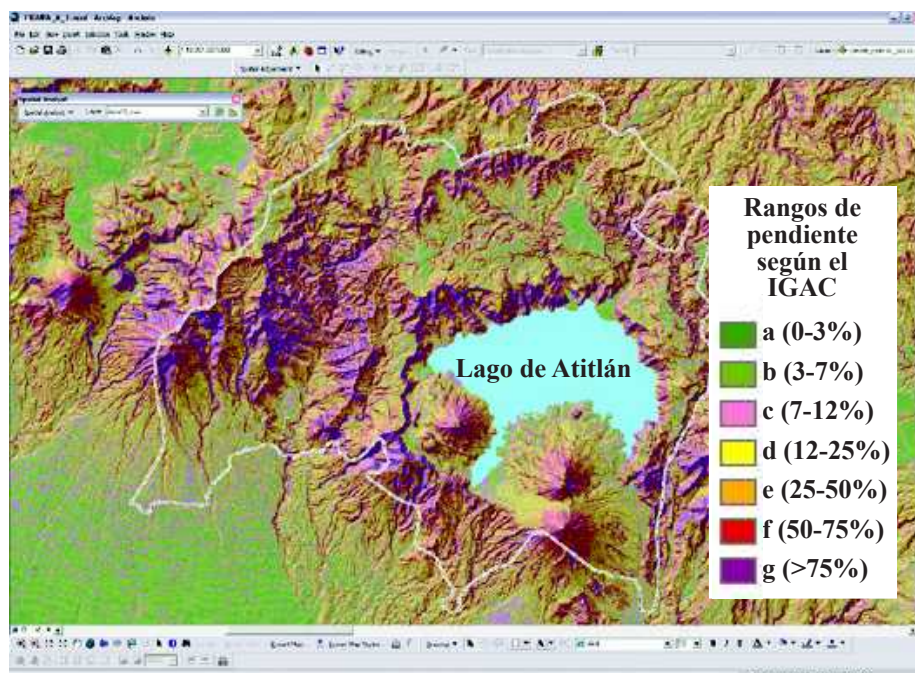


Figura A-10. Clasificación de pendientes según el IGAC

Con la capa de las delineaciones de las unidades geomorfológicas y la de pendiente clasificadas, se utilizó la aplicación Tabulate Area (Figura A-11). El resultado de esta aplicación es una tabla de datos que estima la superficie según pendiente para cada una de las delineaciones, la cual, se exportó a Excel® para analizar la superficie de la pendiente predominante.

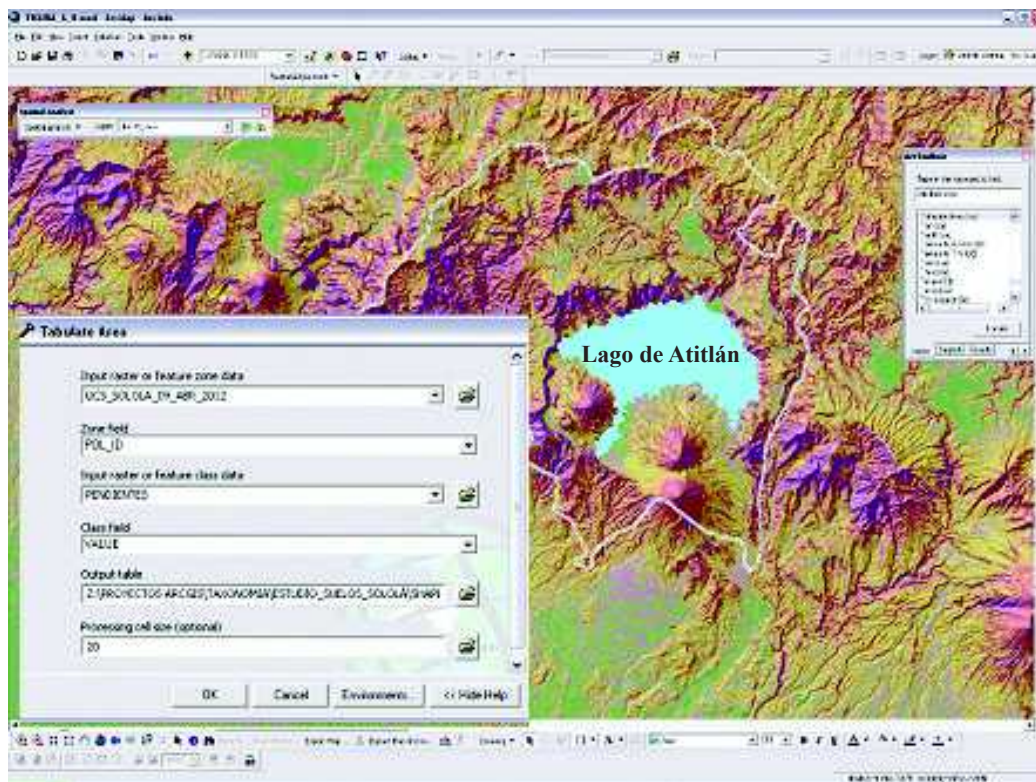


Figura A-11. Aplicación para estimar la superficie por pendiente para cada delineación

Sin embargo luego de haber superados los anteriores pasos (escaneado, vectorización y ortorectificación), las georformas de la fotointerpretación convencional no se ajusta completamente con las ortofotos y con la realidad en el terreno, posiblemente por la distorsión presente en las fotografías aéreas, debiéndose proceder a corregir las líneas para que se ajusten completamente utilizando el modelo de elevación digital (MED), el cual permite navegar sobre las georformas. Esta refotointerpretación final entre la fotointerpretación convencional (sobre fotografías aéreas) y fotointerpretación digital (fotointerpretación sobre imágenes digitales), permite obtener un producto final más acertado con la realidad.

1.2.4 Elaboración de la leyenda geomorfológica

Simultáneo a la fotointerpretación y a las delineaciones de las unidades geomorfológicas sobre acetatos, el fotointerpretador - geomorfólogo diseñó la leyenda respectiva, donde el departamento de Sololá quedó con los paisajes, tipos de relieve y forma del terreno que se muestran en el Cuadro A-7.



Cuadro A-7. Paisajes, tipos de relieve y formas del terreno identificados

Paisajes	Tipo de Relieves	Formas del Terreno
Montaña volcano-erosional (M)	Estrato – volcán	Cono, ladera, glacis, escarpe, cañones y cañadas
	Domo	Cono
	Filas y vigas	Ladera
	Lomas	Ladera
	Glacis	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
	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
	Escarpe	Plano escarpado
	Cañones y cañadas	Ladera

A estas variables del Cuadro A-7 se les incorporó los datos de clima y material parental y quedó construida la leyenda tal y como se muestra en el Cuadro A-8.

Cuadro A-8. Fragmento de la leyenda geomorfológica del departamento de Sololá

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima ambiental	Tipo de relieve	Formas del terreno	Material parental	Símbolo
Montaña volcano – erosional (M)	Muy frío húmedo (D)	Estrato-volcán	Cono	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	MDAfr1 MDAgr1
		Lomas	Laderas	Materiales piroclásticos no consolidados (ceniza y pómez)	MDCd2 MDCe2
	Frío - húmedo (J)	Estrato - volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	MJAe1 MJAep1 MJAf1 MJAf2 MJAgl1 MJAgl1
		Estrato - volcán	Glacis	Depósitos superficiales clásticos gravigénicos	MJBd1

Paisaje y ambiente morfogenético	Clima ambiental	Tipo de Relieve	Forma del Terreno	Material parental	Símbolo
Montaña volcano – erosional (M)	Semifrío - húmedo (S)	Domo	Cono	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	MSAe2 MSAfp1
		Estrato - volcán	Ladera	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	MSBbp1 MSBc2 MSBd1 MSBd2 MSBdp2 MSBe1 MSBe2 MSBep2 MSBf1 MSBf2 MSBf3 MSBfp1 MSBgp1
	Templado subhúmedo (Q)	Domo	Cono	Materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)	MQAfp2 MQAfp2

La leyenda geomorfológica digitalizada en el SIG de la DIGEGR fue editada agregándole los códigos correspondientes a cada unidad (ver el ejemplo en el numeral 1.2.1), cada columna de la leyenda constituyó un atributo de la capa de información, tal y como se muestra en la Figura A-12.

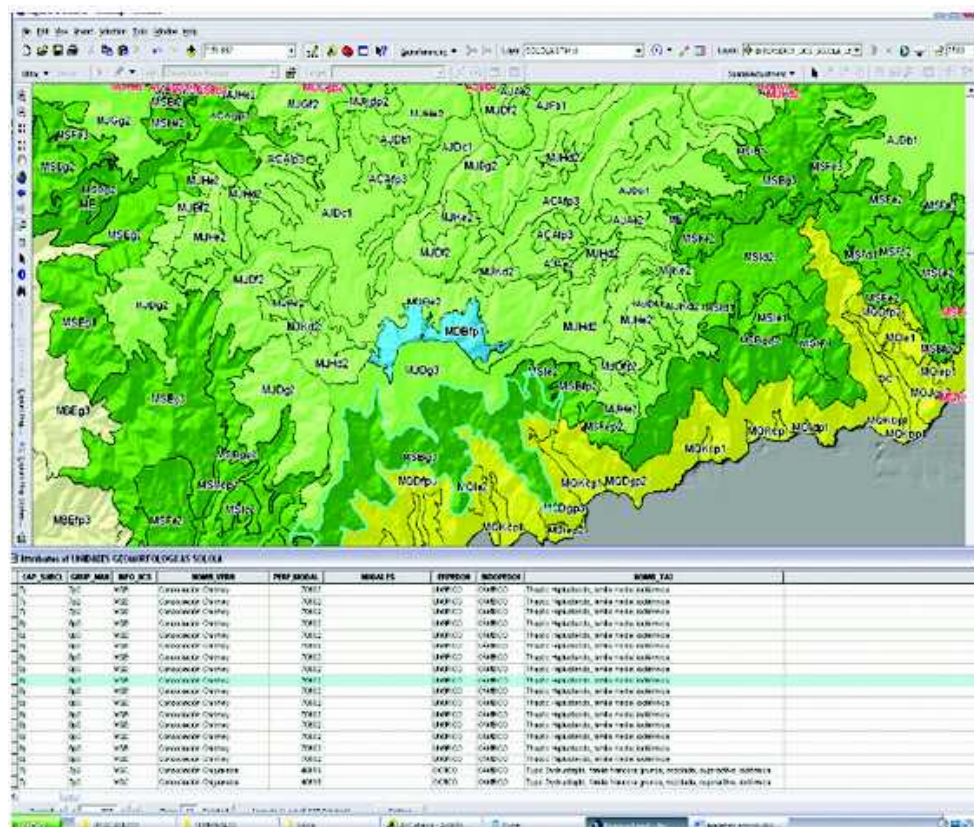


Figura A-12. Atributos de la capa de unidades geomorfológicas según la respectiva leyenda



De esta forma se elaboró el mapa y la leyenda de geomorfología que fue la base para la planificación de los trabajos de campo.

1.3 Preparación y planificación del trabajo de campo

El trabajo de campo fue realizado por un equipo de 5 edafólogos guatemaltecos, un Jefe Técnico y un experto fotointérprete - geomorfólogo (Metodología Zinck, 1987) provenientes de Colombia. Para el departamento de Sololá se utilizaron todas las herramientas diseñadas previamente para el departamento de Chimaltenango y posteriormente al departamento de Sacatepéquez, tales como: boletas para la captura de datos de las observaciones; el diseño de la base de datos para capturar los datos de las boletas de campo y la interfaz utilizada para la incorporación de los datos a un sistema de información geográfica; el diseño del equipo de campo de los edafólogos, dotación de los insumos necesarios y la generación de la información cartográfica básica y temática de las áreas de muestreo.

1.3.1 Diseño de las herramientas de captura de datos de campo: cajuelas y calicatas

Se diseñaron dos boletas para la captura de datos provenientes de las observaciones de campo: boleta para la toma de datos en las cajuelas y boleta para la toma de datos en las calicatas. En ambos casos, se tomó como base las boletas oficiales del IGAC y se hicieron ajustes para adaptarlos a Guatemala. En las Figuras A-13 y A-14, se presentan dos ejemplos de boletas con datos de campo.

The image shows two examples of field data collection forms (boletas) for soil sampling. The left form is a 'TARJETA DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS' (Soil Description Card) with fields for location, soil type, and a detailed profile table. The right form is a 'Boleta de datos de campo' (Field Data Sheet) with fields for general information, soil profile, and a geomorphological map.

TARJETA DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS

Observación No. 105

Suelo descrito por: [Handwritten: 105]

Departamento: Sololá

Municipio: [Handwritten: San Juan La Laguna]

Localización (altitud): [Handwritten: 1500 m]

Forma del terreno: [Handwritten: Loma]

Material Parental: [Handwritten: Litolita]

Clima ambiental (frecuencia): [Handwritten: 1500 m]

Procedente: [Handwritten: 1500 m]

Simbología cartográfica: [Handwritten: 1500 m]

Clasificación taxonómica preliminar: [Handwritten: 1500 m]

Longitud: [Handwritten: 1500 m]

Forma: [Handwritten: 1500 m]

Simbología: [Handwritten: 1500 m]

Clasificación: [Handwritten: 1500 m]

Relación: [Handwritten: 1500 m]

Observación: [Handwritten: 1500 m]

Isograma Geomorfológico del sitio

Figura A-13. Boleta para toma de datos provenientes de Cajuelas y barrenajes

Figura A-14. Boleta para toma de datos provenientes de Calicatas

El diseño de la estructura de la base de datos del Proyecto de Taxonomía de Suelos, se realizó con el software de desarrollo Visual Basic®, que permitió elaborar el modelo Entidad-Relación vinculado al motor de bases de datos del SQL Server®, en el cual, la información de cajuelas y calicatas se encuentra almacenada, organizada y relacionada. La estructura básica del modelo Entidad-relación se observa en la Figura A-15.



Con base en esta estructura, se desarrolló la vinculación de todos los campos de información contenidos en las cajuelas y calicatas hacia un interfaz, que permitió la digitación de la información levantada en campo. En la Figura A-16 se observa el ambiente de la interfaz para el ingreso de información.





**MINISTERIO DE AGRICULTURA,
GANADERIA Y ALIMENTACION**

Proyecto:
**Mapa de Taxonomía de Suelos y
Capacidad de Uso de la Tierra a
Escala 1:50,000 de la República
de Guatemala**







Formulario de Datos de Ingreso de Datos de Descripción de Suelos (Capoteles y Bancanques) *

Grabar | Eliminar | Imprimir | Salir

Buscar | Recorrer

Información General		Identificación del Suelo		Información General		Cultivos y Fases		Observaciones	
Información General									
Departamento	Municipio	Municipio (Relación)		Edificio	No. Observación				
GUATEMALA	San Marcos	San Marcos		100	100				
Parcela (Relación)		Tipo de Observación		Fecha de Observación		Espa			
100		CULTIVO		10/04/2009		100			
Abstr. (sección)		Localización (Site)							
1005 Cosecho Chapote, Midea Pomesul									
M (Lado)		Y (Lado)		Muestra		Fase		Tipo de Muestra	
443852		1046525		1138		140		MONTAÑA	
Forma del Terreno		Material Parental							
PLANO INCLINADO		DEPOSITOS SUPERFICIALES CLASTICOS GRANULICOS E HOMOGENEOS							
Zona de Vida (Habitación)		Clase Ambiental (Thermostat)							
BOVINO MEDIO MONTAÑA ECUADORIAL D.H.M.		SEMIFRÍO SUBHUMEDO							
Estructura (L)		Longitud		Forma		Pendiente			
7/8		LARGA (DE 4.00 M)		CURVA		FUERTEMENTE ESCARPADA			
Simbología UIC		Estratificación		Estratificación		Estratificación			
MNT/1		DORCO		100M		100M			
Clasificación Taxonomía Pedológica		Familia Textual							
Tipo: Muestra		PLANO 100							

Figura A-16. Interfaz para la digitación de la información de boletas de cajuelas y calicatas

Esta interfaz se instaló en cada equipo de cómputo a cargo de los técnicos edafólogos, quienes deben volcar allí los datos de las boletas de campo, informaciones que posteriormente se compila en el sistema de almacenamiento del Laboratorio SIG-MAGA a través del SQL Server. La información de salida se realizó a través de hojas electrónicas para los posteriores análisis y vinculación a las capas correspondientes.

1.3.3 Dotación de equipo de campo a los técnicos

A los edafólogos se les dotó del equipo que se muestra en el Cuadro A-9 y en la Figura A-17.

Cuadro A-9. Equipamiento de los edafólogos de campo

Equipo y herramientas	Reactivos y materiales	Vehículos y uniformes
Equipos: <ul style="list-style-type: none"> • Tabla Munsell • Lupa • Clinómetro (nivel) • GPS • Cámara digital y pilas recargables • Metro • Cinta graduada • Pizeta • Laptop con base de datos • Juego de cilindros de infiltración y equipo para lectura de conductividad hidráulica • Geotermómetro 	Reactivos: <ul style="list-style-type: none"> • Papel filtro impregnado con fe noftaleína (como indicador) • Acido clorhídrico • Peróxido de hidrógeno • Kit para medir reacción del suelo (pH) • Fluoruro de sodio Materiales: <ul style="list-style-type: none"> • Bolsas de polietileno para empacar muestras de suelo • Costales para embalar • Cajas de madera para empacar monolitos • Formatos impresos 	Vehículos: <p>Vehículos tipo pick-up de doble cabina y tracción 4 x 4 (identificados con los logotipos del MAGA)</p> <p>Uniformes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mochilas • Gorras de visera • Camisas • Chalecos • Capas (todos con la identificación del proyecto y los logotipos de MAGA e IGAC)
Herramientas: <p>Machete Piocha Pala</p>	<p>Azadón Palín para suelos Barreno holandés de suelos</p>	<p>Martillo geológico Cuchillo Barra o barreta</p>

1.3.4 Dotación de información cartográfica básica y temática al equipo técnico

El personal de campo fue dotado con la siguiente información cartográfica y temática:

- Hoja cartográfica a escala 1:50,000 actualizada del área bajo estudio.
- Mapas temáticos de clima a escala 1:50,000 (temperaturas, precipitaciones y clasificación climática).
- Mapas temáticos de Geología (1:250,000), Cobertura y Uso de la Tierra (1:50,000) y Zonas de Vida de Holdridge (1:250,000).
- Claves de taxonomía preparadas para el campo.
- Imágenes digitales fotointerpretadas de las líneas de vuelo bajo el encargo del edafólogo, con acetatos de delineaciones geomorfológicas.
- Cartilla con las principales variables para describir suelos, tomada del DIGEGR, 2011.



Figura A-17. Fotografías que muestran parte del equipo de campo



1.3.5 Diseño del muestreo de campo con base en las unidades geomorfológicas identificadas en la leyenda y mapa geomorfológico

El diseño del muestreo de campo se realizó sobre la base que proporcionó el mapa geomorfológico elaborado en el año 2009; sobre este mapa se distribuyeron homogéneamente las observaciones calculadas y se consensó con el IGAC la siguiente densidad de observaciones: a) Para pendientes menores de 12% realizar 1 cajuela/46 ha y, b) para pendientes mayores de 12% realizar 1 cajuela/100 ha. El muestreo se realizó por el método de “zonas piloto y extrapolación” (Figura A-18).

- Zona piloto: son áreas o transeptos diseñados por el edafólogo experto bien distribuidas en toda el área de estudio, en las cuales se busca que en estas queden incluidas todas las formas del terreno, clima y materiales parentales identificados durante la fotointerpretación, deben tener vías para la movilización a pie o en vehículos durante la etapa de reconocimiento de campo. Se diseñan cuantas sean necesarias, hasta ocupar un máximo de 10% del área total de estudio. Densidad de observaciones en zona piloto 1 por cada 23 hectáreas (655 observaciones en 15,228 hectáreas).
- Zonas de extrapolación: Consiste en hacer extensiva a toda la zona la información obtenida en las áreas de muestreo, mediante la continuación o extensión de las unidades de mapeo, finalmente se obtuvo una densidad promedio de 1 observación por cada 97 hectáreas aproximadamente (891 observaciones en 86,689 hectáreas).

Con respecto al rendimiento de observaciones por edafólogo, se consensó con el IGAC a través del director técnico del proyecto, un rendimiento medio de 8 observaciones/día.

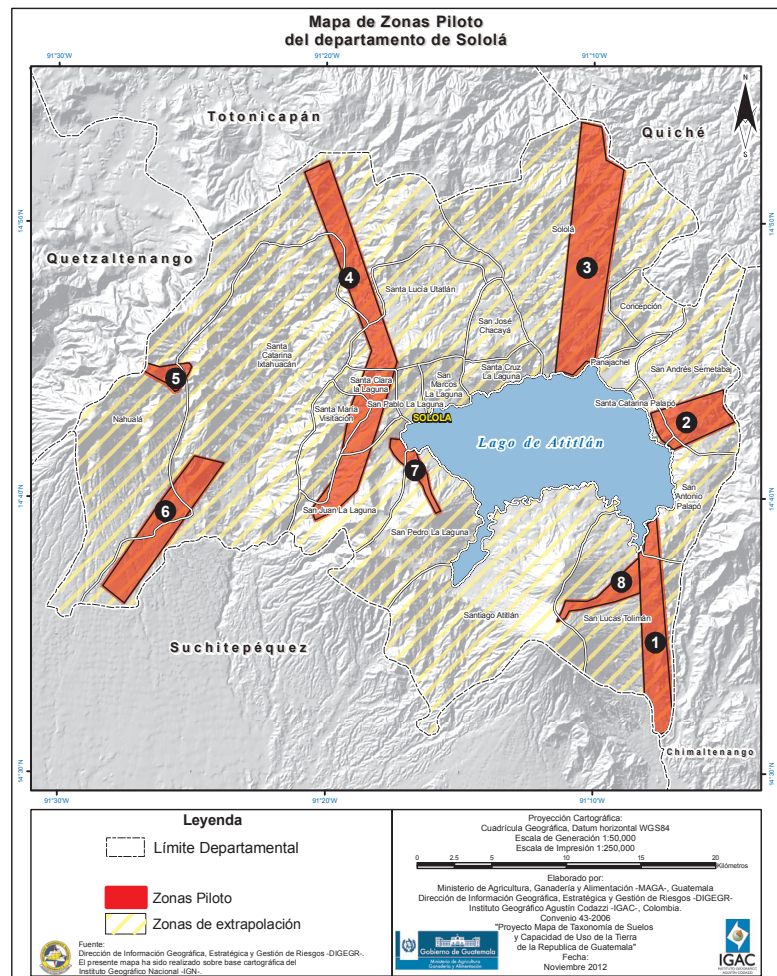


Figura A-18. Zonas piloto y áreas de extrapolación

2. TRABAJO DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO DE SUELOS

Las tareas realizadas durante el trabajo de campo fueron las siguientes.

2.1 Socialización de la actividad de campo con las autoridades locales y población en general

Para poder realizar los recorridos de campo y las observaciones dentro de las propiedades rurales, a efectos de obtener los permisos necesarios y evitar conflictos con la población se hizo necesario e imprescindible un acercamiento por parte del equipo a cargo de las operaciones de campo con las autoridades civiles del departamento, los líderes comunitarios y la población en general, a efectos de informarles de las actividades a realizar, las reuniones realizadas fueron para: funcionarios de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE); los miembros del Consejo de Desarrollo Urbano y Rural del Departamento (CODEDUR) presidido por la Señora Gobernadora Departamental y los 19 alcaldes; los técnicos de las oficinas municipales de planificación (OMP); los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES); la sede departamental del MAGA; la Escuela de Formación Agrícola de Sololá (EFA) y otras Organizaciones Gubernamentales y No Gubernamentales que trabajan en el departamento y que solicitaron ser informadas (Figura A-19).



Figura A-19. Socialización de proyecto ante el alcalde indígena, alcalde municipal y alcaldes auxiliares del municipio de Sololá

A su vez, previo a realizar el trabajo en las propiedades rurales de cada municipio, se visitó a los alcaldes y/o sus representantes, resultado de las visitas y por instrucciones de los mismos se realizaron reuniones con los líderes comunitarios de las aldeas, entregándoles notas de apoyo de la alcaldía correspondiente. Aun así hubo necesidad de atender solicitudes directas de algunos Comités Comunitarios de Desarrollo -COCODES-, que solicitaron realizar reuniones de información para los miembros del comité y vecinos en general, solicitudes que el equipo técnico atendió oportunamente.



Figura A-20. Vista de una cajuela
(Foto: W. González, 2010)



2.2 Realización de las observaciones

La toma de datos de observaciones se realizó una vez se obtuvo el permiso correspondiente por parte de los dueños de las fincas y parcelas, donde se ubicaron los puntos de observación conforme al detalle geomorfológico buscado.

Se realizaron en total 1,541 observaciones de las cuales 1,193 fueron cajuelas que corresponde con el 77% del total y 348 barrenajes equivalentes al 23%. De este número de observaciones fueron seleccionadas 114 cajuelas para igual número de calicatas.

2.2.1 Observaciones de cajuelas y barrenajes

a). Observaciones de identificación

De éstas se realizaron 1,193 y consistieron en excavaciones denominadas cajuelas o minicalicatas, con dimensiones de 50 cm x 50 cm por lado y 50 cm de profundidad, al término de la cual y con barreno de suelos tipo holandés se profundizó hasta alcanzar los 130 cm. De este tipo de observaciones, ejemplo de lo cual se presenta en la Figura A-20, en el formato respectivo se anotó lo correspondiente a las variables: pendiente, clima ambiental, tipo de relieve, forma del terreno y otras, así como se describieron los horizontes superficiales, la profundidad, color, textura, estructura, consistencia, presencia de fragmentos de roca dentro o sobre la superficie del suelo, así como reacciones al NaF, H₂O₂, HCl y pH. Con base en estas observaciones los edafólogos clasificaron en forma preliminar la taxonomía del suelo que estaban observando.

b). Observaciones de comprobación

De éstas se realizaron únicamente 348, consistieron en barrenajes realizados hasta una profundidad de 130 cm en sitios donde ya se habían realizados cajuelas y asignado un contenido pedológico; diferencias tales como cambio de relieve o pendiente, obligó a chequear el contenido pedológico mediante este tipo de observaciones.

En la Figura A-21, se muestra el producto de un barrenaje y su distribución sobre la cinta graduada para la toma de los datos de las variables del suelo que, exceptuando las correspondientes a estructura, incluye las indicadas para las cajuelas.

c). Mapa de distribución de observaciones o de “pecas”

En la Figura A-22, se muestra la ubicación del total de observaciones realizadas lo que constituye el denominado en el argot de los edafólogos “mapa de pecas” y mediante el cual se analiza visualmente la cobertura de observaciones existente.



Figura A-21. Vista de un barrenaje (Foto: W. González, 2010)

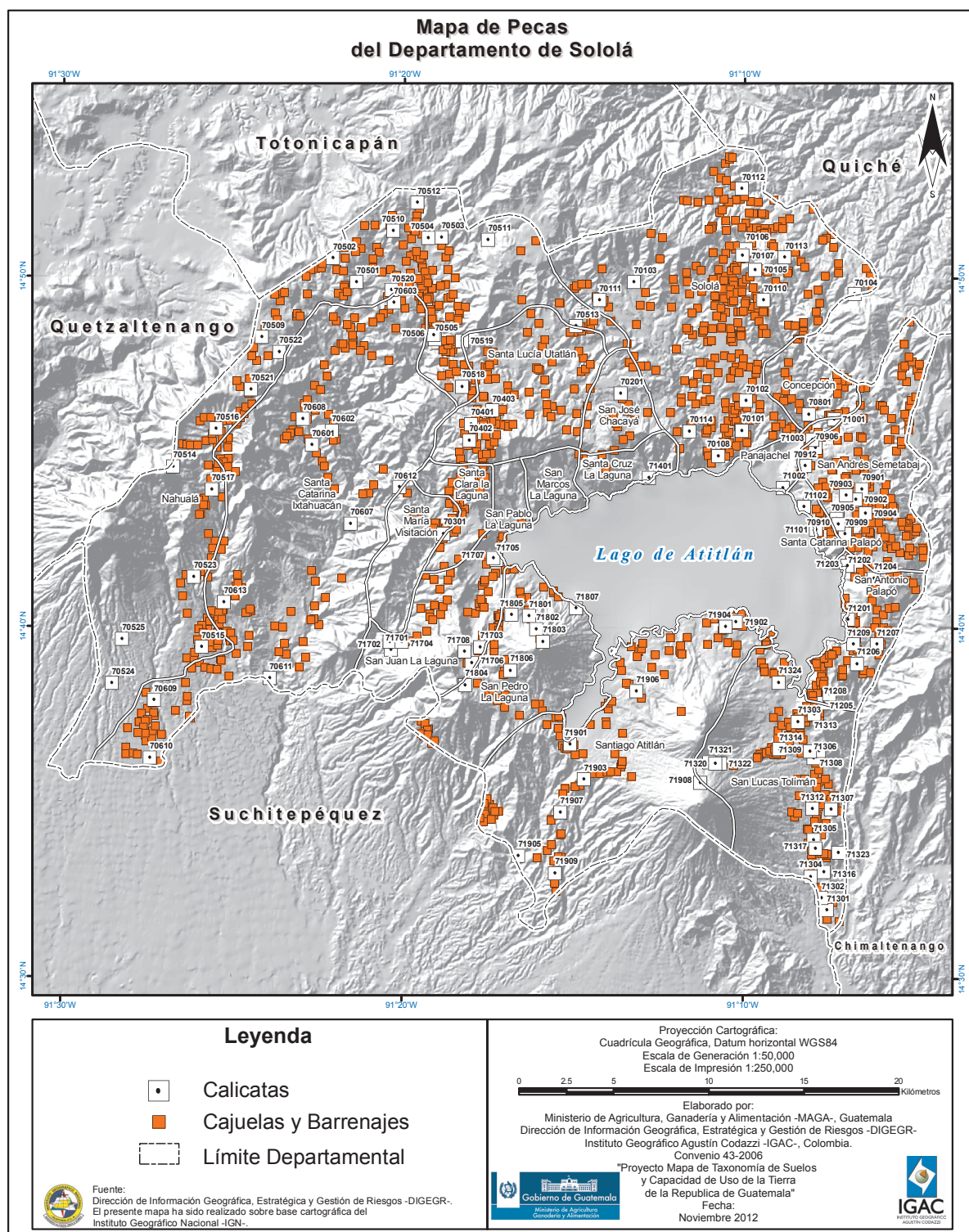


Figura A-22. Mapa de "pecas" a partir de las observaciones realizadas



2.2.2 Corrección de líneas geomorfológicas y delineación preliminar de líneas de suelos

En paralelo a la toma de las observaciones en campo, sobre los sobrescritos de las imágenes digitales aéreas, se realizaron correcciones de límites geomorfológicos mal trazados por errores en la fotointerpretación, así como cambios en la nomenclatura por confusión en las unidades asignadas (vallecitos, mesas, taludes y otros). Por otra parte y conforme avanzó la toma de observaciones de suelo, se realizó de manera preliminar la delimitación de unidades pedológicas, estableciendo límites entre unidades geomorfológicas con contenidos pedológicos diferentes.

2.2.3 Ingreso de datos de observaciones a base de datos y definición de la cajuela modal

El total de datos contenidos en las boletas de cajuelas fueron ingresados al módulo de almacenamiento del Sistema de Base de Datos de Taxonomía de Suelos, para posteriormente procesarlos en formato de salida de hoja electrónica.

En el formato de hoja electrónica, el ordenamiento para cada lote de observaciones de las unidades de suelos se realizó a partir de: paisaje, clima, tipo de relieve y material parental, de tal forma que la cajuela modal se definió del lote de observaciones realizadas dentro de cada unidad de suelos (con datos de campo). Para lograr establecer la “cajuela modal” o sea aquella que tiene la mayor semejanza con los valores modales determinados para la unidad de suelos que son la profundidad del horizonte, color, textura, estructura, consistencia en húmedo y mojado, reacciones a NaF, HCl, H_2O_2 , pH, epipedón y endopedón; se comparó el lote de observaciones existentes provenientes de las cajuelas y se seleccionó la que presentó la mayor semejanza en las variables indicadas.

La cajuela que presentó los datos con mayor similitud a los valores modales fue asignada como la “cajuela modal” de la unidad cartográfica preliminar de suelos. En la ubicación geográfica de las cajuelas modales se realizó la apertura de las calicatas.

2.2.4 Apertura de calicata, lectura de perfiles y toma de muestras

La apertura de calicatas se realizó mediante una excavación de aproximadamente 1.80 metros de largo, 1.20 de ancho y 1.30 m de profundidad; se realizaron 114 calicatas de las cuales 74 se constituyeron en perfiles modales equivalentes a igual número de unidades cartográficas de suelos determinadas y las 40 restantes se utilizaron como perfiles de las inclusiones y réplicas de los suelos modales.

La calicata se realizó de tal forma que el ancho de acceso se diseñó de forma escalonada para facilitar el descenso y el ancho en que se determinaron los perfiles estuvo totalmente expuesto a la luz solar, para facilitar la lectura de



Figura A-23. Observación de caracterización en calicatas (Foto: W. González, 2010)

las variables, tal como se muestra en la Figura A-23

Para cada calicata, se describieron las características externas y una vez separados los horizontes, se describieron: profundidad y espesor de los diferentes horizontes del suelo, color, textura, estructura (tipo, clase y grado de desarrollo), consistencia, en húmedo y en mojado, poros (tamaño y cantidad), raíces (tamaño, cantidad, distribución y estado), presencia de macroorganismos, límite entre los horizontes separados, presencia de fragmentos de roca dentro o sobre la superficie del suelo, reacciones al NaF, al H_2O_2 , al HCl y pH; regímenes de humedad y temperatura del suelo, drenaje interno, externo y natural. Los regímenes de humedad se estimaron a partir de climadiagramas, realizados con los datos de las estaciones más cercanas a los perfiles modales. La temperatura del suelo se midió en campo siguiendo las normas establecidas por el Soil Survey Staff, 2010.

La identificación de las calicatas se realizó mediante una codificación con números arábigos, con base en la codificación departamental y municipal del país, con el agregado del número de orden correlativo al municipio, de tal forma que el código se explica con el siguiente ejemplo para la Calicata **070101**:

07: Código del departamento de Sololá

01: Código del municipio de San Andrés Semetabaj.

01: No. Correlativo de calicatas en el municipio.

a). Toma de muestras de suelos

Una vez se realizó la descripción de los suelos en la calicata, se procedió a tomar muestras del suelo de cada horizonte identificado para realizar los análisis de laboratorio de suelos, tal como se aprecia en la Figuras A-24 y A-25, las cuales se empacaron en bolsa doble de polietileno y se etiquetaron debidamente, según el tipo de análisis requerido.

Los análisis de propiedades físicas se realizaron en el laboratorio de suelos de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), los análisis de propiedades químicas se enviaron a los laboratorios de suelos del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA y al Laboratorio Agrícola de Suelos, Plantas y Aguas - ANALAB, de la Asociación Nacional del Café - ANACAFÉ. Los análisis para caracterización de tipo mineralógico, hierro y aluminio activos, y silicio, se realizaron en el Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC en Colombia.



Figuras A-24. Toma de muestras de suelo (Foto: W. González, 2010)



Figuras A-25. Aforado de las muestras para envío a los diferentes laboratorios de suelos
(Foto: W. González, 2010)

b). Pruebas de infiltración

Estas pruebas se llevaron a cabo en 13 perfiles modales localizados en zonas con pendientes menores a 12%, con uso actual agrícola en cultivos intensivos. Las pruebas se realizaron mediante la utilización de un juego de anillos de infiltración, tal como se muestra en la Figura A-26, los cuales se ubicaron en forma concéntrica a aproximadamente 5 metros de la calicata, se llenaron con agua y con una regla graduada se registró el descenso del agua del anillo interior a diferentes intervalos de tiempo, tomando las lecturas en un formato diseñado al efecto. El análisis de la información de las lecturas, se realizó mediante el modelo de Kostiakov, mostrado en la ecuación siguiente:

$$I=K \cdot t^m$$

De donde:

I: Lámina infiltrada acumulada en un tiempo t [cm].

t: Tiempo transcurrido desde el inicio de la aplicación de agua [min].

k: Parámetro que representa la velocidad de infiltración cuando el tiempo corresponde a 1 minuto.

n: Parámetro que indica la forma en que la velocidad de infiltración se reduce con el tiempo.

Los resultados obtenidos se muestran en el Anexo C.

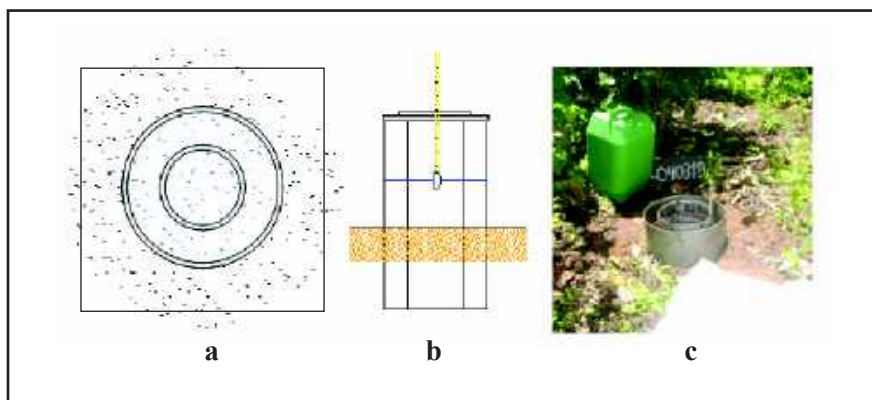


Figura A-26. Forma como se instalan los anillos concéntricos en campo para medir la infiltración:
a. vista superior, b. corte transversal y c. vista lateral (Foto: M. Tum, 2007)

2.2.5 Recolección de “monolitos”: columnas de suelos representativos

Los monolitos de suelos se recolectaron con la idea de contar con datos reales de los perfiles de suelos representativos del departamento y para ello, dentro de cada una de las calicatas seleccionadas, se procedió a realizar la identificación y recolección de campo de la siguiente manera:

- Selección de la unidad cartográfica que contenía el suelo de interés.
- Localización sobre el material cartográfico y aerofotográfico del punto donde se tomó la columna de suelo.
- Preparación del material necesario, herramientas del edafólogo y la caja de empaque, donde se depositó la columna de suelo.
- Se aperturó la calicata en el sitio y suelo seleccionado.
- Se describió el conjunto de variables características de la calicata, según metodología del IGAC, 2007.
- Se seleccionó la pared de la calicata donde se delimitó la columna de suelo a tomar, con una tabla de dimensiones similares a las de la caja de empaque.
- Se colocó la caja de madera con la cara abierta en dirección a la pared de suelo, se cortó la columna de suelo por los bordes de la caja y se incrustó la caja conforme se avanzó en el corte.
- Al estar completamente llena la caja, se realizó el corte final y se retiró la columna que, una vez en posición horizontal, se recubrió con el polietileno previamente adherido al interior de la caja, se colocó la tapa de seguridad con tornillos y se trasladó hacia el sitio de secado.

En la Figura A-27 se observa parte del proceso de obtención de columnas de suelo, de las cuales se tomaron 12 para Sololá; posteriormente, fueron sometidas a un tratamiento físico y químico para conformar los monolitos de suelos representativos del departamento.



Figura A-27. Obtención de columnas de suelo para conformar monolitos (Foto: J. del Cid, 2010)

3. ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS Y CUADROS DE VALORES PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los análisis de las propiedades físicas, químicas, mineralógicas y micromorfológicas, son parte fundamental en los estudios de suelos y son básicos para la correcta aplicación de la clasificación taxonómica, ya que muchas de las claves están directamente vinculadas a propiedades como las indicadas. Los análisis de tipo químico y físico se realizaron para la totalidad de horizontes de las 114 calicatas realizadas, en tanto que los mineralógicos se realizaron para 36 muestras de 19 perfiles. Por otra parte, se obtuvieron 8 columnas de suelos que, al tratarse por medios físicos y químicos, se constituyeron en 8 monolitos de los principales suelos del departamento.



3.1 Análisis de laboratorio de suelos: químicos, físicos y mineralógicos

A continuación se presenta a manera de resumen los principales análisis químicos, físicos y mineralógicos, utilizados en la caracterización de los suelos del departamento, pero para profundizar en ellos se recomienda abordar el Manual de Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 2006.

3.1.1 Análisis químicos realizados

Los análisis químicos se realizaron en los laboratorios de suelos de CENGICANA y ANALAB (ANACAFE), mientras que para el caso de los suelos de los Andisoles e intergrados ándicos, las pruebas del índice melánico y retención fosfórica se realizaron en la ENCA, las demás muestras se trasladaron al Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC en Colombia, para la determinación de hierro y aluminio activos y silicio.

Los análisis se solicitaron para todos los horizontes comprendidos en la profundidad de la calicata, inicialmente se consideró realizar análisis de elementos menores solo para aquellos perfiles localizados en pendientes menores del 12%; sin embargo y a propuesta del laboratorio de ANACAFE, se terminó realizando el análisis de elementos menores para la mayoría de los horizontes. En el Cuadro A-10 se presenta un resumen de las pruebas realizadas y las técnicas analíticas utilizadas.

Cuadro A-10. Principales propiedades químicas analizadas y técnicas aplicadas para su caracterización

Propiedad	Método de detección	Medio de extracción
pH (agua)	Potenciométrico	Relación 1:2.5 (agua: suelo)
Aluminio intercambiable	Volumetría	Cloruro de Potasio 1N
Carbono orgánico	Volumetría	Walkley Black: oxidación con Dicromato de Potasio y Ácido Sulfúrico
Potasio disponible	Volumetría	Acetato de Amonio 1N a pH 7.0
Fósforo disponible	Colorimetría	<ul style="list-style-type: none"> ANALAB: Método de Olsen Modificado. CENGICANA: Método de Mehlich I. IGAC: Método de Bray II.
Carbonato de calcio CaCO ₃	Cualitativa	Con HCl 1N o diluido al 10%
Capacidad de intercambio de catiónico (CIC)	Volumetría	Acetato de Amonio 1N a pH 7.0
Macronutrientes: Ca, Mg, K, Na	Espectrofotometría de absorción y emisión atómica	Extracción con Acetato de Amonio <ul style="list-style-type: none"> Ca, Mg: absorción atómica K, Na: emisión atómica
Micronutrientes: Cu, Zn, Fe, Mn	Espectrofotometría de absorción atómica	Extracción con solución de dos ácidos
Retención fosfórica	Colorimetría	Extracción con solución de Vanadato de Amonio – Molibdato de Amonio – Ácido Nítrico
Hierro y aluminio activos y silicio.	Absorción atómica	Oxalato ácido de Amonio
Índice Melánico	Colorimetría	Lectura de % de transmitancia a 450 y 520 nm.

Fuente: IGAC, 2006; CENGICANA, 2011 y ANALAB, 2010.

A continuación se describen las propiedades químicas de los suelos, el método de análisis de laboratorio utilizado y los cuadros de interpretación para los datos encontrados. Las principales aplicaciones están dirigidas a taxonomía de suelos y al manejo agronómico del recurso.

3.1.1.1 Potencial de hidrógeno (pH)

La reacción del suelo se cuantifica a través de medir el potencial de Hidrógeno (pH), el cual es la expresión de la actividad de los iones H⁺ y se expresa en una escala de 0 a 14, los valores son logarítmicos por lo que cada cambio en los valores de la escala equivale a diez veces la unidad hacia 0 (acidez) o hacia 14 (alcalinidad).



La medición del pH en laboratorio se realiza mediante un Potenciómetro, utilizando un electrodo de vidrio sumergido en una solución de suelo y agua en partes iguales.

La calificación de los resultados de la determinación del pH del suelo, se realizó con base en los valores presentados en el Cuadro A-11.

Cuadro A-11. Clasificación de la condición ácida o alcalina del suelo (IGAC, 2007)

pH	Calificación
<3.5	Ultra ácido
3.5 - 4.4	Extremadamente ácido
4.5 - 5.0	Muy fuertemente ácido
5.1 - 5.5	Fuertemente ácido
5.6 - 6.0	Moderadamente ácido
6.1 - 6.5	Ligeramente ácido
6.6 - 7.3	Neutro
7.4 - 7.8	Ligeramente alcalino
7.9 - 8.4	Moderadamente alcalino
8.5 - 9.0	Fuertemente alcalino
>9.0	Muy fuertemente alcalino

3.1.1.2 Saturación de Acidez Intercambiable (S.A.I.)

Uno de los factores principales en el desarrollo de la acidez del suelo se debe a la presencia de aluminio en la solución del suelo, ya que al reaccionar con el agua se hidroliza y forma complejos monoméricos y poliméricos hidroxialumínicos que desencadenan una liberación de protones H^+ que induce a descensos en el valor del pH.

El análisis de laboratorio se realizó por el método del cloruro de potasio 1 normal (KCl 1N), como solución desplazante o extractora. Su cálculo se realiza mediante la ecuación siguiente:

$$S.A.I. (\%) = \frac{Al^{+++}(\text{meq}/100\text{g}) \times 100}{CICE (\text{meq}/100\text{g})}$$

De donde: CICE es la capacidad de intercambio catiónico efectiva, que corresponde a la suma de Al^{+3} , H^{+1} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+1} y Na^{+1} / en meq./100g)

La calificación de los resultados de la saturación de aluminio, se realizó con base en lo presentado en el Cuadro A-12.

Cuadro A-12. Calificación de la saturación de aluminio intercambiable (IGAC, 2007)

Saturación de aluminio (%)	Apreciación
Menor de 15	Sin problemas en general, limitante para cultivos susceptibles
15 a 30	Limitante para cultivos moderadamente tolerantes
30 a 60	Limitante para cultivos tolerantes
Mayor de 60	Nivel tóxico para la mayoría de cultivos



El factor más perjudicial para las plantas en suelos fuertemente ácidos es la toxicidad del Al, particularmente cuando el pH es menor a 5.5. La cantidad y saturación de aluminio, generalmente se determina para un valor de pH menor o igual a 5.5, por arriba de este valor las cantidades son mínimas o se hace inactivo y no afecta a los cultivos, razón por la cual no se relaciona en los cuadros de resultados de análisis químicos.

3.1.1.3 Saturación de bases intercambiables (SAB)

Las bases intercambiables corresponden a los cationes alcalinos (Na^+ y K^+) y alcalino térreos (Ca^{++} y Mg^{++}) que son retenidos por las arcillas y coloides orgánicos e inorgánicos del suelo (IGAC, 1982). En general, dependen directamente del pH del suelo, cuando éste presenta valores bajos y por ende tienen alta acidez, la SB es baja y se incrementa a partir del aumento en el valor del pH, de tal forma que al llegar a la neutralidad alcanza un valor cercano al 100%. Cuando este valor llega a 100 o lo sobrepasa en los cuadros de resultados de análisis químicos aparece como “SAT”.

Para obtener la SAB, es necesaria la determinación de las bases (K, Ca, Mg, Na), ellas se extraen mediante una solución de acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$). La solución de acetato de amonio utilizada es 1N y neutra. Los cationes K, Ca, Mg, Na, se determinan en la solución extractora por espectrofotometría de absorción atómica. Luego de determinada la concentración de las bases, mediante la ecuación siguiente se determina la SBA en porcentaje.

$$\text{SBA (\%)} = (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^+ + \text{Na}^+) (\text{meq/100g}) \times 100 / \text{CICA meq/100g}$$

De donde: CICA es la capacidad de cambio catiónico del suelo determinada con acetato de amonio 1N a pH 7.0.

La saturación de bases se interpreta como Baja, Media y Alta y se utilizaron para caracterizar las unidades cartográficas de suelos, en lo referente a la interpretación de los datos de laboratorio del perfil modal representativo de cada unidad.

La SAB indica el grado de lavado que han sufrido los suelos de determinada región, estos valores generalmente son bajos en los suelos que presentan climas muy húmedos y donde hay exceso de lixiviación, pero son altos en las zonas donde se presentan bajas precipitaciones.

3.1.1.4 Carbono orgánico (CO)

El carbono orgánico es el principal elemento componente de la materia orgánica ya que representa del 48 al 59% de su peso, pero por lo poco práctico de determinar la materia orgánica del suelo, se utiliza el porcentaje de carbono orgánico existente en el suelo y se lo multiplica por un factor de conversión de 1.9 (Summers, West y Leal, 1992).

El método utilizado para determinar el carbono orgánico, fue el de Walkley Black, mediante el cual se oxida el carbono orgánico del suelo con un exceso de dicromato potásico en presencia de un exceso de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, valorando el exceso de dicromato con una sal de hierro. La calificación de los resultados de la determinación del carbono orgánico, se realizó con base en los valores presentados en el Cuadro A-13.





Cuadro A-13. Interpretación por contenido de carbono orgánico según el clima.

Clima	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)
Extremadamente frío, muy frío y frío	< 5	5-10	>10
Semifrío y templado	< 3	3-5	>5
Semicálido y cálido	< 2	2-4	>4

3.1.1.5 Potasio disponible (K)

El potasio (K) es un nutriente esencial de la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el Nitrógeno (N) y el Fósforo (P). Los cultivos contienen aproximadamente la misma cantidad de K que de N, pero más K que P. En muchos cultivos de alto rendimiento, el contenido de K excede al contenido de N (Potash & Phosphate Institute, 1997).

El método utilizado para determinar el potasio fue el de extracción con acetato de amonio 1 normal ($C_2H_4O_2 \cdot H_3N$) a pH 7.0. Ello representa el K intercambiable.

A partir de los resultados, se establecen 2 clases para la interpretación de la disponibilidad de potasio:

- Clase 1: menor a 0.4 meq/100g.
- Clase 2: mayor de 0.4 meq/100g.

En suelos minerales, el K se presenta en los minerales cristalinos de feldespatos, micas y entre los minerales de arcilla en la illita, la vermiculita, la glauconita y la montmorillonita. Al alterarse estos minerales el K pasa a la solución del suelo y a los sitios de intercambio.

3.1.1.6 Fósforo (P)

Fósforo disponible: La disponibilidad de fósforo (P) en el suelo varía con el pH del suelo y este elemento es absorbido y aprovechado por la planta en un rango de pH de 5.5 a 7.5. Los métodos utilizados por cada laboratorio y la interpretación de la disponibilidad de fósforo se muestran en el Cuadro A-14.

Cuadro A-14. Interpretación de la disponibilidad de fósforo.

Laboratorio	Método	Calificación		
		Bajo	Medio	Alto
IGAC	Fósforo (P) ppm Bray (II).	<15	15-40	>40
CENGICAÑA	Fósforo (P) ppm Mehlich I, 1953.	<12	12-16	>16
ANALAB	Fósforo (P) ppm Olsen Modificado.	<10	10-20	>20

Fuente: IGAC, 2006; CENGICAÑA, 2011 y ANALAB, 2010.

Retención fosfórica: La identificación de la retención de fosfatos se realiza por métodos colorimétricos, mediante la extracción con solución de vanadato de amonio – molibdato de amonio – ácido nítrico. El fósforo se fija por mecanismos como adsorción superficial, sustitución isomórfica y reacciones de doble descomposición, los cuales dependen en gran medida de la cantidad y tipo de arcilla, de la materia orgánica, los óxidos amorfos hidratados de hierro y aluminio y la cantidad de aluminosilicatos amorfos.

En el departamento de Sololá no se puede generalizar que por el hecho de encontrar dominio de materiales amorfos en la fracción de tierra fina (arcillosa) se presenta **alta** retención de fosfatos. Se



puede asumir cualitativamente que los Andisoles con retención de fosfatos mayor al 85%, densidad aparente $< 0.90 \text{ gr/cc}$ y $\text{Al} + 1/2\text{Fe} >$ de 2.0% presentan **alta** retención de fosfatos; los Andisoles con retención de fosfatos mayor a 25% (ver requisitos completos Soil Survey Staff, 2010) puede interpretarse como **moderada** y los intergradados ándicos, los cuales no cumplen con los requisitos anteriores podrían calificarse con **baja** retención, sin embargo algunos otros suelos que no cumplen para el subgrupo de intergradaciones ándicas o para Andisoles, pero que evolucionaron sobre materiales parentales derivados de ceniza volcánica, presentan retención moderada a baja. Sin embargo estas interpretaciones deben confirmarse con estudios específicos para este caso. Estudios realizados en Colombia demuestran que la alta adsorción fosfórica lo hacen las alófanas (arcilla derivadas de las cenizas volcánicas), pero la mayor parte de los suelos Andisoles presentan pH ácidos, el cual no es el caso que se presenta en Sololá, debido a que la mayoría de los suelos del departamento presentan pH ligeramente ácidos a neutros, por lo que se descarta en buena medida a los amorfos y se atribuye más la adsorción al aluminio activo (SUMMER, 1992).

3.1.1.7 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

La CIC es la capacidad que tiene un suelo de retener e intercambiar cationes. La fuerza de la carga positiva varía dependiendo del catión, permitiendo que un catión reemplace a otro en una partícula de suelo cargada negativamente (Potash & Phosphate Institute, 1997).

La CIC se determina saturando el suelo con un catión, luego se extrae dicho catión y se cuantifica. Comprende los siguientes pasos: saturación, lavado, desplazamiento y determinación (IGAC, 2007).

3.1.1.8 Silicio, hierro y aluminio activos

Los cationes Fe^{++} , Al^{+3} y la sílice sufren reacciones en el suelo que dan lugar a sustancias insolubles amorfas o cristalinas o a una mezcla de las dos y que desempeñan un papel importante en la pedogénesis (Guillet y Souchier, 1982; IGAC, 1995). La relación del valor total con el de las sustancias en formación o cristalizadas permiten aproximar el grado de intemperismo del suelo.

La importancia edafológica del hierro libre se debe a que proporciona coloración parda en diferentes gamas a los suelos, fija fósforo y contribuye a una mayor estabilidad de los agregados. Su extracción se utiliza como criterio diagnóstico en la taxonomía de suelos junto con el aluminio. El aluminio se encuentra en forma de polímeros hidroxílicos, se encuentra asociado con el hierro y también fija fósforo, promueve la agregación y la estabilidad de los suelos.

Se extraen por el método de absorción atómica con oxalato ácido de amonio, el cual extrae además formas de silicio que provienen de la disolución de alófana, imogolita y ferrihidrita. Los valores de silicio extraído sirven para estimar el contenido de alófanas (Parfitt y Genmi, 1982; citados por IGAC, 1995).

3.1.1.9 Índice melánico

El índice melánico resulta de comparar los valores de absorbancia que arroja el extracto de los horizontes superficiales (epipedones), obtenido con soda diluida, de acuerdo con la metodología propuesta por Honna y colaboradores en 1988. El procedimiento se aplica al epipedón de los Andisoles, para determinar si es o no melánico, su importancia radica en estimar la composición, polimerización y relaciones entre los compuestos húmicos; intervienen en la designación de la clase en la categoría del Gran Grupo (Soil, Survey Staff, 2010).




El Índice Melánico se vincula con la relación entre ácidos húmicos y fúlvicos en la fracción orgánica de los suelos (HONNA et, al 1988, citados en Soil Survey Staff, 2010).

3.1.1.10 El cálculo de la fertilidad natural de los suelos

En el Cuadro A-15, se presentan las propiedades químicas que se toman en cuenta para el cálculo de la fertilidad natural del suelo, siendo éstos: pH, saturación de aluminio, capacidad de intercambio catiónico, bases intercambiables (porcentaje de saturación y totales), porcentaje de carbono orgánico (según clima), fósforo y potasio disponibles.

Cuadro A-15. Puntajes para definir la fertilidad de los suelos a partir de los resultados de los análisis de suelos

		Rango	<4.5-8.5>	4.6-5.0;7.9-8.4	5.1-5.5;7.4-7.8	5.6-6.0	6.1-7.3	Fertilidad en suelos normales:		
pH Agua 1:1		Puntaje	1	2	3	4	5	<div>FT = (0.7*F1 + 0.3* F2)*K</div>		
SATURACIÓN DE ALUMINIO %		Rango	> 60	60 - 30	29 - 15	14 - 5	<5			
CAPACIDAD DE CAMBIO (me/100 g Acetato 1N pH7)		Puntaje	1	2	3	4	5	<div>Donde:</div> <div>FT = fertilidad total</div> <div>F1 = fertilidad 0 - 25 cm</div> <div>F2 = fertilidad 25 - 50 cm</div> <div>K = 0.285</div> <div></div>		
BASES	PORCENTAJE SATURACIÓN TOTALES (me/100 g)	Rango	< 10	10-35	36-50	51-70	> 70			
		Puntaje	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5			
		Rango	< 4	4.1-8.0	8.1-12.0	12.1-16.0	> 16			
		Puntaje	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5			
% CARBON ORGÁNICO	CLIMA FRIO	Ranga	< 13	1.3-2.6; > 10.0	2.7-40; 8.1-10.0	4.1-5.2; 8.0-6.6	5.3-6.5			
	CLIMA MEDIO	Puntaje	1	2	3	4	6			
		Rango	< 0.5	0.6-1.7; > 7.6	1.8-2.9; 6.5-7.6	3.8-4.1; 5.4-6.5	4.2 - 5.3			
	CLIMA CÁLIDO	Puntaje	1	2	3	4	5			
		Rango	< 0.2	0.2-0.50	0.51-17	1.71-29	> 3.0			
	Puntaje	1	2	3	4	5				
FOSFORO ppm BRAY II		Rango	< 10	10-20	21-30	31-40	> 40			
POTASIO me/100 g		Rango	< 0.1	0.1-0.2	0.21-0.30	0.31-0.4	> 0.4			
		Puntaje	1	2	3	4	5			

Rangos	Calificación	Puntos
> 8.4	Muy Alta	10
8.4 - 6.8	Alta	8
6.7 - 5.2	Moderada	6
5.1 - 3.6	Baja	4
< 3.6	Muy Baja	2

Fuente: IGAC, 2007

En la fórmula presentada:

FT es igual a la fertilidad total, la cual se calcula con base en:

F1 y F2, constituyen la sumatoria de los puntajes asignados a los datos químicos indicados, en profundidades de 0 - 25 cm y 25 - 50 cm, respectivamente.

0.7, 0.3 y K son constantes de aplicación de la fórmula.

El resultado de la fórmula se coteja con la tabla de calificación, con lo cual y de acuerdo a los valores determinados se calcula la fertilidad química, esta puede oscilar entre muy baja (<3.6) a muy alta (>8.4). Este cálculo se realizó para establecer el nivel de fertilidad existente de cada unidad cartográfica, a partir de los análisis químicos realizados. Su conocimiento es útil principalmente para la práctica agrícola.

3.1.1.11 Resumen de la calificación de las propiedades químicas de suelos

Los resultados de los análisis químicos de laboratorio realizados a las muestras de suelos, fueron valorados de acuerdo con los parámetros de calificación que utiliza el IGAC para los estudios de suelos en Colombia, tal como se muestra en el Cuadro A-16. Los datos de este cuadro han sido extraídos del Manual de Campo para Levantamientos de Suelos y Tierras (IGAC, 2007) y Métodos de Laboratorio (IGAC, 2006).



Cuadro A-16. Calificación de algunas variables químicas de los suelos, para interpretación de los análisis de laboratorio

Variables	Calificación				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Capacidad de intercambio de cationes (CIC), en me/100g.	<5	5-10	10-20	>20	
Bases Totales (BT), en meq/100g de suelo.	<5	5-10	10-30	>30	
Calcio (Ca), en meq/100g de suelo.		<3	3-6	>6.0	
Magnesio (Mg), en meq/100g de suelo.		<1.5	1.5-3.0	>3.0	
Potasio (K), en meq/100g de suelo.		<0.2	0.2-0.4	>0.4	
Sodio (Na), en meq/100g de suelo.		<1.0	1.0-5.0	>5.0	
Carbono Orgánico (CO), en %.		<1.2	1.2-2.4	>2.4	
Materia orgánica (MO) clima frío, en %.		< 5	5-10	>10	
Materia orgánica (MO) clima medio, en %.		< 3	3-5	>5	
Materia orgánica (MO) clima cálido, en %.		< 2	2-4	>4	
Fósforo disponible (P). En ppm Bray (II). Laboratorio IGAC.		<15	15-40	>40	
Fósforo disponible (P). En ppm Mehlich I, 1953. Laboratorio CENGICAÑA.		<12	12-16	>16	
Fósforo disponible (P). En ppm Olsen Modificado. Laboratorio ANALAB.		<10	10-20	>20	
Salinidad (S) milimhos/cm.	<4	4-8	8-16	>16	
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI).		<15	15-25	25-50	>50
Fertilidad (F)	< 3.6	3.6 – 5.1	5.2 - 6.7	6.8 – 8.4	> 8.4
Saturaciones					
Saturación de bases (SAB), en %		<35	35-50	>50	
Saturación de Acidez Intercambiable (S.A.I.), en %.		<15	15-30	30-60	>60
Saturación de calcio (SCa), en %.		<30	30-50	>50	
Saturación de magnesio (SMg), en %.		<15	15-25	>25	
Saturación de potasio (SK), en %.		<20	20-30	>30	
Saturación de sodio (SNa), en %.		<5	5-15	>15	
Relaciones					
Ca/Mg.	<0.8 invertida 0.8-1.2	1.2-2.5	2.5-3.5	3.5-10	>10
Mg/K.		<1	3-18	>18	
Ca/K.		<6	6-30	>30	
(Ca+Mg)/K.		<10	10-40	>40	
Otros nutrientes					
Nitrógeno (N), en meq /100g de suelo.		< 3	3 - 6	> 6	
Boro (B), en ppm.		< 0.30	0.30 – 0.50	> 0.50	
Aluminio (Al), en ppm.		No Disponible	No Disponible	No Disponible	
Hierro (Fe), en ppm.		< 10	10 – 20	> 20	
Manganeso (Mn), en ppm.		< 5	5 – 10	> 10	
Cobre (Cu), en ppm.		< 2	2 – 4	> 4	
Zinc (Zn), en ppm.		< 3	3 – 6	> 6	

Fuente: IGAC, 2006; CENGICAÑA, 2011 y ANALAB, 2010.

3.1.2 Análisis físicos realizados

Los análisis físicos realizados se consideraron de 2 tipos: el paquete básico que comprendió el análisis de i). Retención de humedad a tensiones de 30 kPa, 100 kPa, 500 kPa, 1,000 kPa y 1,500 kPa; ii). Densidades aparente y real; iii). Granulometría por pipeta y Bouyoucos (7 fracciones) y coeficientes de extensión lineal –COEL–; y el paquete parcial que incluyó: i). Humedad de campo a tensiones de 30 kPa y 1,500 kPa; ii). Densidades aparente y real, y granulometría por pipeta y Bouyoucos (7 fracciones).

A los suelos muestreados en pendientes menores al 12% se les realizaron los análisis del paquete básico y el paquete parcial. Los parámetros de humedad de campo, densidad aparente, densidad real, saturación y retención de humedad, se realizaron para los horizontes contemplados entre la superficie del suelo y los 60 cm de profundidad; en tanto que granulometría por el método de la pipeta en 7 fracciones, se solicitó para las profundidades de 0 a 130 cm.

El resumen de las propiedades físicas analizadas y los métodos utilizados se presentan a continuación en el Cuadro A-17.

Cuadro A-17. Principales propiedades físicas analizadas y técnicas aplicadas para su caracterización

Propiedad		Método de determinación
Textura		Métodos de pipeta, Bouyoucos y Organoléptico (al tacto)
Densidad aparente, en g/cc.		Método del cilindro
Densidad real, en g/cc.		Método del picnómetro
Contenido de humedad, en % (saturación, 0.1, 0.3, 5 y 15 kPa)		Método de olla y platos de tensión
Coeficiente de extensión lineal – COEL		Método estándar
Límites de consistencia	Límite Plástico	Cilindros o rollitos de suelos
	Límite Líquido	Cazuela de Casagrande
	Índice de plasticidad	Diferencia entre límite líquido y límite plástico

Fuente: IGAC, 2006.

A continuación se describen las propiedades físicas, el método de análisis de laboratorio utilizado y los cuadros de interpretación para los datos determinados en los análisis de laboratorio.

Los análisis de densidad aparente y real, se realizaron con el objeto de determinar porosidad del suelo, propiedad que, junto con la textura, permite realizar cálculos útiles para actividades como el riego y la mecanización de los suelos.

3.1.2.1 Textura

La textura determina la proporción de tres tamaños de partículas de suelo: arena (las más grandes), limo (partículas de tamaño medio) y arcilla (las más finas); se determina por medio del triángulo textural mostrado en la Figura A-28. El tamaño de las partículas incide directamente en las características químicas, en la capacidad de retención de humedad y en la aireación del suelo.

El método utilizado para realizar el análisis granulométrico fue el “método de la pipeta”, con base en los métodos analíticos de laboratorio de suelos (IGAC, 2007), la determinación de la distribución de



las partículas se hace por tamizado de la fracción gruesa del suelo y por un proceso de sedimentación en agua (pipeta) en presencia de sustancias dispersantes en la fracción fina, esto se denomina análisis granulométrico completo o Método de la Pipeta. También fue utilizado, en algunos casos, el método de Bouyoucos.

Debido a los problemas para dispersar que normalmente se presentan en Andisoles y en los intergrados ándicos de otros suelos, la textura reportada corresponde a la estimada en campo; además, la dominancia de materiales parentales de origen volcánico en todos los suelos, incluyendo los que pertenecen a otros Órdenes, la mineralogía de arcillas también presenta materiales amorfos (causantes de baja dispersión); por esta razón se decidió utilizar la textura de campo para clasificar la texturas y clases por tamaño de partículas en todos los suelos del departamento de Sololá.

La baja dispersión también afecta el establecimiento de las clases de familia por actividad, dado que al disminuir los porcentajes de arcillas, incrementa la estimación de la actividad (CIC/% de arcillas).

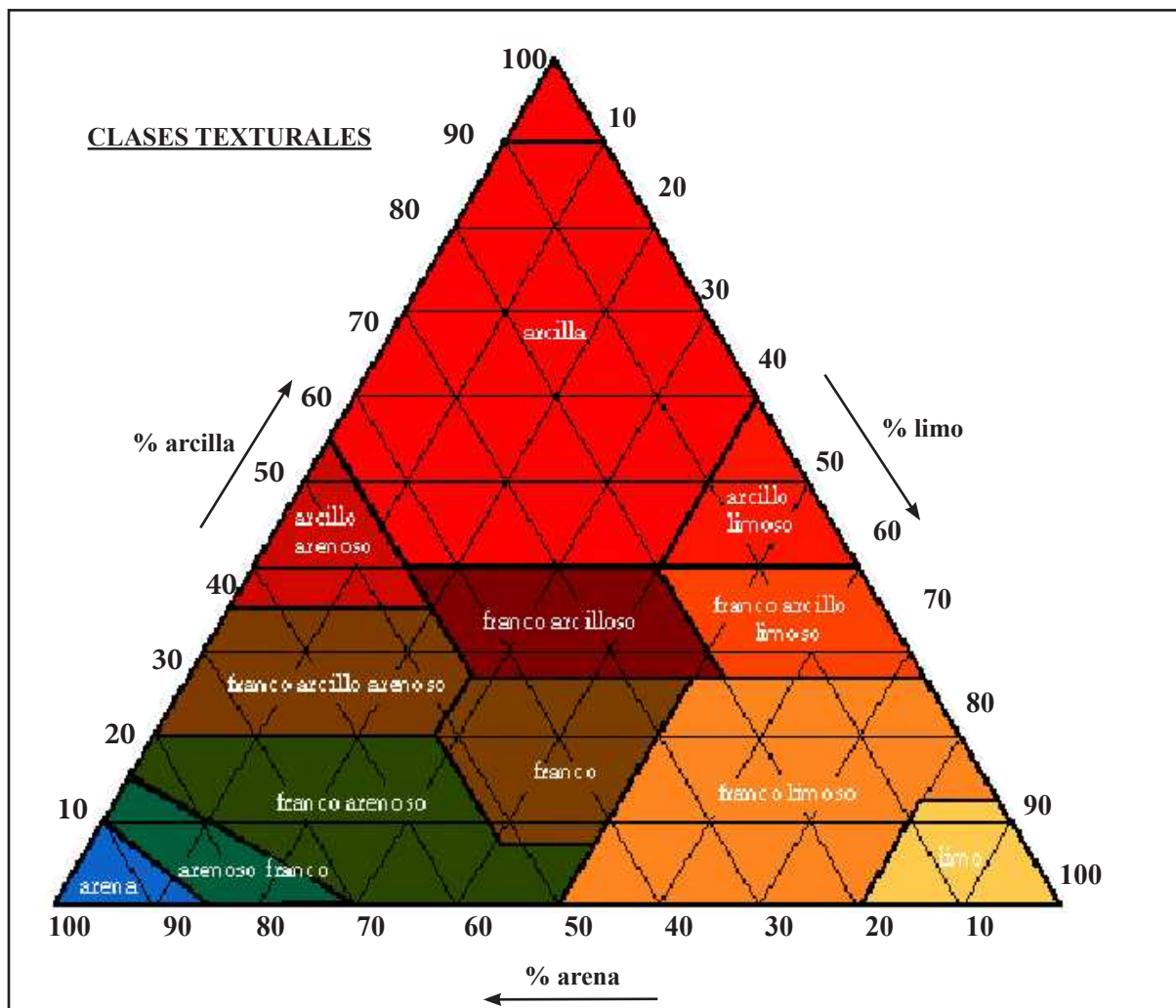


Figura A-28 Triángulo textural (Potash & Phosphate Institute, 1997)



3.1.2.2 Densidad real, específica o de partícula

La densidad es una resultante de la relación masa a volumen. La densidad real es la densidad que posee el suelo sin considerar el espacio poroso o el espacio ocupado por el agua y por el aire, es decir que es la densidad de las partículas sólidas únicamente. Esta varía de acuerdo con el tipo de materiales heredados de la roca madre y la cantidad de materia orgánica que posee un suelo. La mayoría de los suelos tienen un promedio de aproximadamente 2,65 g/cc, un valor usado como densidad estándar en los cálculos del suelo. Altas cantidades de materia orgánica reducen el valor, dado que es mucho más ligera que la materia mineral (Plaster, 2000).

El procedimiento de análisis se denomina “Método del Picnómetro”, mediante el que se pesa una cantidad definida de suelo, para luego llenarlo con agua, se obtiene el volumen correspondiente de suelo y conociendo la densidad del agua, la densidad real se obtiene mediante el peso del picnómetro más agua.

Los resultados se expresan en gramos sobre centímetro cúbico (g/cc).

3.1.2.3 Densidad aparente o de volumen

Es la densidad que posee un suelo teniendo en cuenta, además de las partículas del suelo, el espacio vacío o espacio ocupado por el agua y el aire. La densidad aparente se ve afectada por el contenido de materia orgánica y la influencia de la naturaleza de los coloides inorgánicos, especialmente en zonas bajo efecto de cenizas volcánicas donde los materiales alofánicos afectan el grado de desarrollo estructural alcanzado (IGAC, 1990).

El método de análisis utilizado es la toma de muestra por cilindro de volumen conocido y luego aplicando la fórmula siguiente:

$$D_a = M_s / V_s$$

De donde:

D_a = Densidad aparente en g/cc.

M_s = Masa del suelo en gramos.

V_s = Volumen total del suelo en centímetros cúbicos.

Los resultados se expresan en gramos sobre centímetro cúbico (g/cc).

Mediante la utilización de las densidades real y aparente, se definieron la macroporosidad, la microporosidad y la porosidad total del suelo, datos que se incluye dentro del cuadro de resultados de análisis físicos en cada perfil modal.

3.1.2.4 Retención de humedad

La relación entre el contenido de humedad del suelo y la fuerza con que esta es retenida se describe habitualmente mediante la curva de retención de humedad. Ésta nos indica que a medida que el contenido de humedad del suelo disminuye, se requiere más energía para extraer el agua retenida.

Los métodos utilizados para cuantificar la disponibilidad de agua en el suelo son: la “olla de presión” y “los platos de presión”, por medio de los cuales y mediante el uso de diferentes membranas, se determina



la pérdida de humedad conforme se incrementa la presión, la cual se expresa en kPa (kiloPascales). La medición realizada entre 0.3 y 1,500 kPa, permite estimar la disponibilidad de agua entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, respectivamente. Los contenidos de humedad a las diversas presiones se expresan en porcentaje (%).

Los resultados obtenidos permitieron definir la humedad aprovechable en porcentaje, dato que se incluye dentro del cuadro de resultados de análisis físicos en cada perfil modal.

3.1.2.5 Aplicaciones de las propiedades físicas

Entre las aplicaciones derivadas de la determinación de las propiedades físicas se encuentran:

a) Porosidad

Se considera a la porosidad del suelo como el espacio ocupado por el agua y por el aire en el suelo. Se expresa en términos de porcentaje como porosidad total del suelo. La porosidad del suelo se obtiene indirectamente a partir de las densidades, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porosidad (\%)} = 100 \cdot (1 - D_a/D_r)$$

De donde: D_a = Densidad aparente y D_r = Densidad real

b) Permeabilidad

La permeabilidad es la facilidad con la que el aire, el agua y las raíces se mueven a través del suelo. La permeabilidad en gran parte ocurre por el porcentaje y tamaño de la porosidad del suelo; es mayor donde hay poros y texturas gruesas.

No es una propiedad del suelo analizada en laboratorio, la misma se midió en campo por medio del método del pozo invertido, en gabinete únicamente se trabajan las fórmulas indicadas y los resultados obtenidos pueden interpretarse mediante la clasificación mostrada en los Cuadros A-18 para la calificación de la infiltración:

Cuadro A-18. Clasificación de la velocidad de infiltración básica

Clasificación	Velocidad de infiltración	
	[cm·h ⁻¹]	[m·día ⁻¹]
Muy lenta	< 0.1	<0.03
Lenta	0.1 – 0.5	0.03 – 0.12
Moderadamente lenta	0.5 – 2.0	0.12 – 0.48
Moderada	2.0 – 6.3	0.48 – 1.51
Moderadamente rápida	6.3 – 12.7	1.51 – 3.05
Rápida	12.7 – 25.4	3.05 – 6.10
Muy rápida	>25.4	>6.10

Fuente: IGAC, 1990.



3.1.2.6 Resumen de la calificación de propiedades físicas de suelos

Los resultados de los análisis físicos de laboratorio realizados a las muestras de suelos, fueron valorados de acuerdo con los parámetros de calificación que utiliza el IGAC para los estudios de suelos en Colombia, tal como se muestra en el Cuadro A-19, los cuales se han extraído del Manual de Campo para Levantamientos de Suelos y Tierras (IGAC, 2007) y Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos (IGAC, 2006).

Cuadro A-19. Calificación de algunas características físicas de los suelos, para interpretación de los análisis de laboratorio

Características	Calificación				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Retención de humedad (%)	< 10	10 – 20	20 – 30	30 – 50	> 50
Retención de humedad cm agua/100cm	< 3	3 – 6	6 – 9	9 -12	> 12
Densidad real (g/cc)		< 2.5	2.5 – 2.7	> 2.7	
Densidad aparente (g/cc)	< 1	1.1 – 1.3	1.3 – 1.5	1.5 -1.7	> 1.7
Porosidad total (%)		< 30	30 – 45	45 - 60	>60
Macroporosidad (%)		< 10	10 – 20	> 20	
Microporosidad (%)		< 25	25 – 50	> 50	
Diámetro ponderado medio (cm)		< 1.5	1.5 -3.0	> 3.0	
Estabilidad estructural (%)		< 60	60 – 80	> 80	

Fuente: IGAC, 2006.

3.1.3 Análisis mineralógicos

Por requerimiento de las claves taxonómicas (Soil Survey Staff - USDA, 2010), se hizo necesario realizar análisis mineralógicos a 33 muestras de 17 perfiles, tanto modales como correspondientes a algunas inclusiones de suelos.

Este tipo de análisis se realizó tanto para la fracción arena como para la correspondiente a las arcillas de suelos seleccionados, las técnicas utilizadas para realizar estos análisis fueron:

El Análisis Óptico (microscopio petrográfico) para la fracción arena y la Difracción de Rayos “X” para la fracción arcilla.

3.1.3.1 Análisis Óptico (microscopio petrográfico) para la fracción arena

En este tipo de análisis y para secciones finas de suelo, se utiliza el microscopio petrográfico, el cual es muy parecido a los microscopios utilizados para biología, pero posee una platina giratoria y otros accesorios para ver los granos de arena o las secciones finas desde diferentes ángulos.

El microscopio petrográfico está compuesto con dos lentes polarizantes, uno situado debajo de la platina denominado nicol inferior o polarizador inferior y el segundo colocado junto al tubo de ocular llamado nicol superior o analizador. El inferior generalmente tiene una dirección privilegiada N-S (perpendicular al observador) y el superior E-W (paralela al observador).

En la fracción gruesa del suelo (arena o limo grueso) se identifican los minerales primarios son aquellos



que no han sufrido cambios químicos desde su formación inicial de la lava fundida o de otros procesos que originan rocas (Figura A-29).

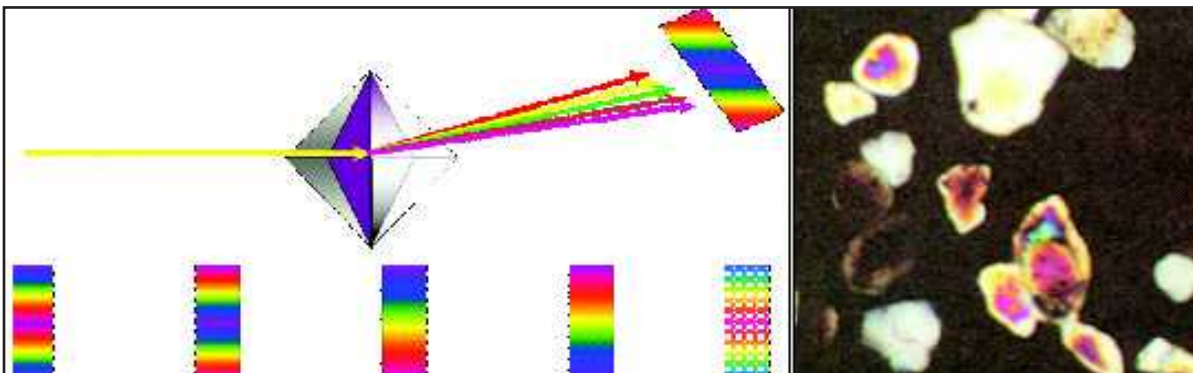


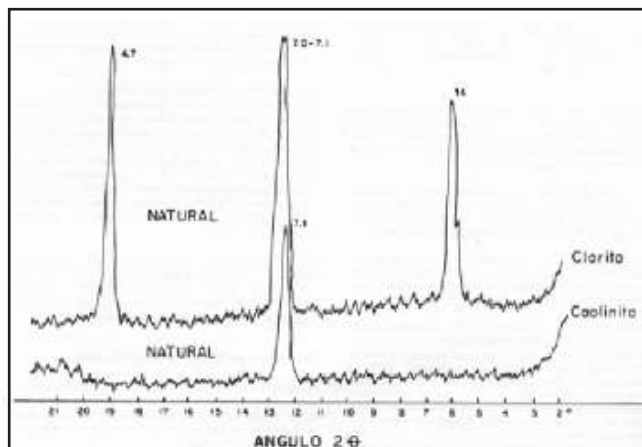
Figura A-29. Mineralogía de la fracción arena por el método de análisis óptico con microscopio petrográfico. Se colocan granos de arena sobre un portaobjetos y aceites de inmersión con índices de refracción conocidos, al hacer pasar luz por el microscopio petrográfico o polarizante se pueden identificar los minerales y establecer sus porcentajes en la muestra (Gráfico: F. Neira, 2000).

3.1.3.2 Difracción de Rayos “X” para la fracción arcilla

En este tipo de análisis se utiliza hardware y software especializados (Figura A-30).

La fracción fina de los suelos corresponde a los minerales secundarios o minerales de arcilla (Ar), estos resultan de la descomposición de los minerales primarios o de la recombinación de los productos. Son de menor tamaño, del orden de las arcillas, por eso se les llama también minerales de arcilla.

La ocurrencia de los diferentes minerales para las fracciones arena y arcilla, se evaluó con las convenciones mostradas en el Cuadro A-20.



Cuadro A-20. Convenciones utilizadas

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

3.1.3.3 Análisis micromorfológicos

Se realiza en secciones delgadas para análisis micromorfológicos y se solicitaron para todos los horizontes, identificados con procesos iluviales o de acumulación de arcillas u horizontes argílicos Bt.

Una vez identificados los horizontes argílicos, se toma un bloque de aproximadamente de 15 x 10 x 15 cm, se orienta haciendo una pequeña incisión en la estructura de suelo, indicando la parte superior o más cerca a la superficie del suelo, luego se protege con papel aluminio, se orienta con una flecha y se empaca en una caja de cartón indicando de igual forma la parte superior de la muestra. Al interior se rellena la caja con bolas de duropor para protección y evitar que la muestra se distuerbe, para luego ser enviada al laboratorio del IGAC (Figura A-31).



Figura A-31. Muestra orientada para realizar sección delgada y análisis micromorfológico en horizontes argílicos (Foto W. González, 2009)

Es el estudio de la morfología del suelo cuando se necesita de la ayuda de instrumentos ópticos para interpretarla, las herramientas utilizadas son las lupas, microscopio de luz y microscopio electrónico, este último el más importante y con la ayuda de un software facilita su despliegue en una pantalla para un mejor análisis.

Se utiliza esta técnica para ayudar a comprender la génesis del suelo (Figura A-32). La identificación de argilanes iluviales forma parte de los criterios utilizados para la identificación de horizontes argílicos (Soil Survey Staff, 1960).

También sirve para identificar superficies de deslizamientos en suelos que se automezclan, como vertisoles suficientes, si el edafólogo no ha descrito completamente el perfil de suelo e identificado con mucho nivel de detalle todas las características y rasgos o huellas dejadas por los procesos generales y específicos formadores de suelos.

Se pueden identificar microestructuras como vacíos de empaque, cavidades, vesículas, cámaras, canales, cutanes, cámara de cután, cután de canal, cutanes de esqueleto, argilanes, cutanes de tensión, edafotúbulos, nódulos, concreciones, pápulas, siendo estas las más importantes.

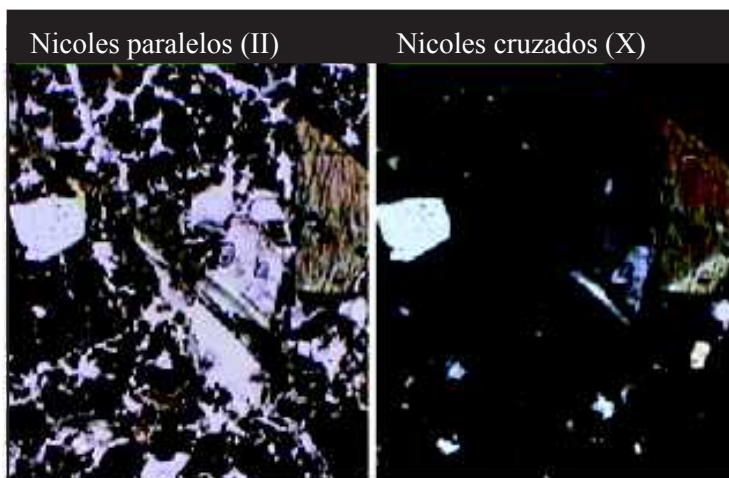


Figura A-32. Sección fina del perfil 070509, horizonte A2: 35-90 cm; NII y NX 1,25 x 10 x 3.3 (Fotografías: IGAC, 2011)



3.1.4 Preparación de monolitos (procesos de preparación y etiquetado)

Los pasos para preparar las columnas de suelos recolectadas en Sololá (Figura A-33) y transformarlas en un monolito de suelo fueron los siguientes:

- a). Se niveló la cara expuesta de la columna con la ayuda de una espátula grande, de tal forma que la superficie quedó completamente plana, tal como se muestra en la fotografía.
- b). Sobre la superficie expuesta y utilizando la malla de aluminio de 30 x 15 cm, con el punzón de 0.2 cm de diámetro se perforaron orificios de 1 a 2 cm de profundidad y 1 cm de distancia en red rígida. En suelos de texturas arenosas se pudo espaciar a más de 1 cm la apertura de los orificios, ya que el predominio de macroporos en el suelo permitió mayor permeabilidad a la solución impregnante.
- c). Se aplicaron 3 capas de mezcla impregnante (cola blanca y agua), sobre la superficie tratada en concentración ascendente: primero una parte de cola blanca con 3 de agua y después, 1:2 y 1:1, como se muestra en la fotografía. Entre cada aplicación de la mezcla impregnante se debió esperar para que la misma penetrara sin secar; solo hasta después de la última capa de mezcla aplicada (relación 1:1), se dejó secar la superficie durante aproximadamente 8 a 12 horas
- d). Una vez la mezcla se hubo secado sobre la superficie de la columna de suelo, se aplicó una capa de cola blanca para madera, sin diluir y sobre esta se colocó de manera uniforme una tela de gaza del tamaño de la columna.
- e). Una vez la tela de gaza estuvo seca, se le aplicó una capa de cola blanca para madera, sin diluir, e inmediatamente sobre ésta se colocó una tabla de madera de buena calidad con las siguientes dimensiones: 1.35 m x 0.24 m x 0.25 m. Esta se fijó rígidamente a la columna de suelo (aún soportada en su parte inferior por la caja de madera) con la ayuda de 6 a 8 prensas de hierro distribuidas uniformemente a lo largo de la tabla, como se muestra en la fotografía, y se dejó secar a temperatura ambiente por un lapso de tiempo de una semana.
- f). Transcurrido el lapso indicado, se revisó que la tabla estuviera debidamente pegada y se retiraron las prensas y la caja, con lo que posteriormente y con la ayuda de un cuchillo, una espátula y una aspiradora industrial, se retiró cuidadosamente el suelo sobrante hasta dejar la columna de un espesor aproximado entre 2 y 4 cm, tal como se muestra en la foto. Una vez desbastado, el monolito se dejó secar a temperatura ambiente por una semana más.
- g). Al estar ya seca la columna desbastada, se aplicaron entre 1 y 2 capas de laca mate para madera, diluida con thinner en relación 1:5, y se dejó secar a temperatura ambiente. Esta impregnación no generó sobre el monolito ningún tipo de brillantez y produjo una apariencia natural, posterior a lo cual el monolito está preparado para montarlo en la caja de exhibición correspondiente. En la fotografía se observan 2 monolitos listos para su montaje final, el cual se debe realizar con toda la identificación correspondiente a la calicata que dio origen al monolito de suelo.





Figura A-33. En las fotografías de muestra una secuencia del proceso de elaboración de un monolito en las instalaciones de la DIGEGR-MAGA (Fotos: G. Rosal, 2010)

4. SEGUNDA ETAPA DE TRABAJO DE GABINETE

En esta etapa los edafólogos conjuntamente con el personal técnico de la DIGEGR, enviaron las muestras a los laboratorios de suelos tal y como se explicó en la parte anterior y se realizaron las actividades necesarias para obtener el mapa preliminar de suelos con su leyenda y al llegar los resultados de laboratorio, se confirmó o ajustó la clasificación taxonómica en cada unidad cartográfica, con esos datos de laboratorio se pudo finalizar el mapa de suelos con su leyenda respectiva. Asimismo se elaboró el informe técnico final. Las actividades realizadas se describen a continuación.

4.1 Generación del mapa preliminar de suelos con datos de campo

El mapa preliminar de suelos con datos de campo, se generó con base en la capa de unidades geomorfológicas y al análisis de la información de campo proveniente de las cajuelas, barrenajes y calicatas. A continuación se describe el proceso para generar las capas en formato SIG y la vinculación de datos.

4.1.1 Confección de la base de datos de calicatas y generación de mapa en formato GIS

La información de campo de las boletas de cajuelas y calicatas fue trasladada al SQL Server® para luego exportarla a hojas electrónicas, la que permitió generar las capas de puntos de cajuelas y calicatas por medio de las coordenadas (x, y) con todas sus características, según se observa en la Figura A-34.

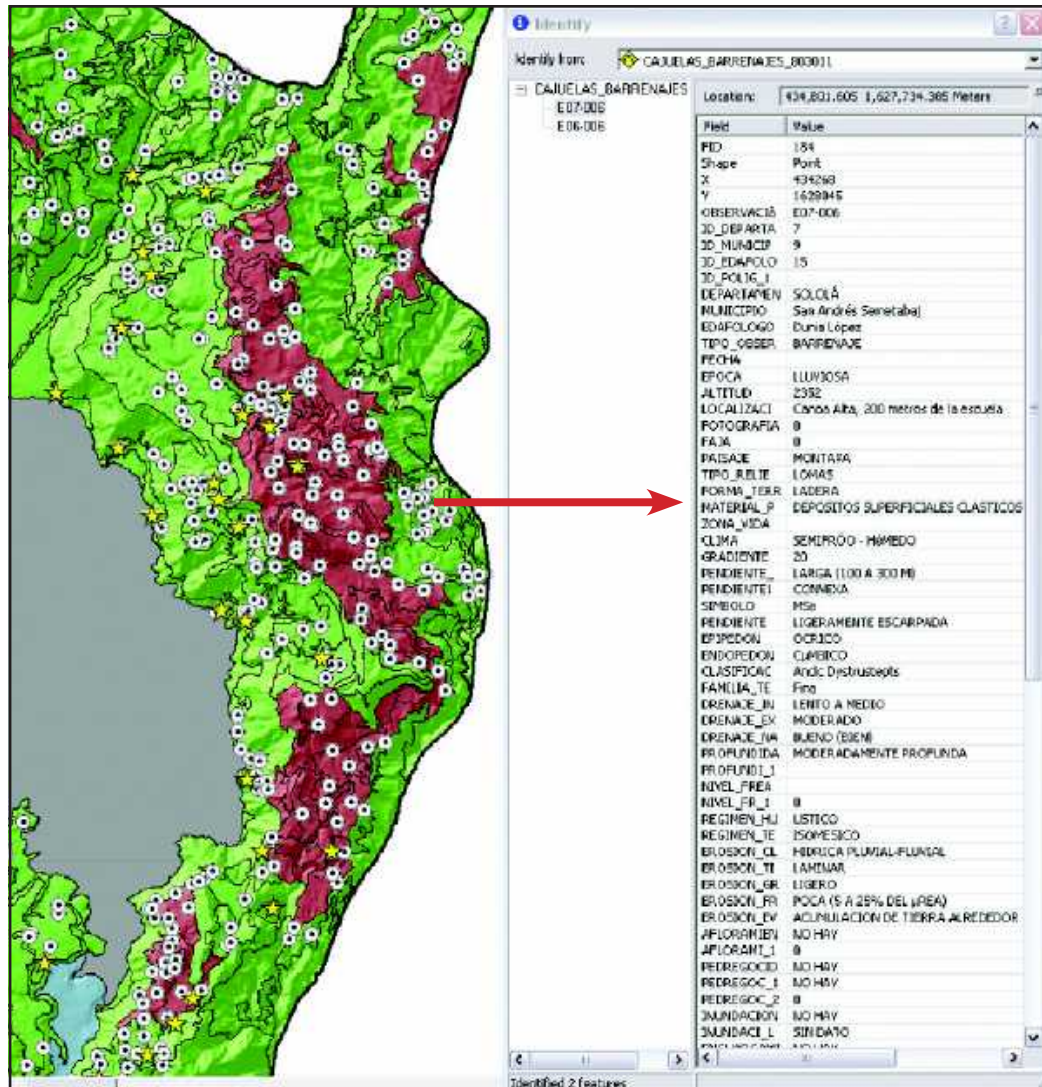


Figura A-34. Ubicación de cajuelas y calicatas con la vinculación de la información de campo

4.1.2 Delineación de las unidades cartográficas de suelos y elaboración de la leyenda preliminar de suelos

La localización geográfica de la información facilitó la construcción de escenarios de análisis que sirvieron de apoyo a los resultados trabajados en hojas electrónicas por los edafólogos. Estos analizaron la información presentada en SIG y trazaron las líneas de suelos que formaron el mapa preliminar con la clasificación taxonómica de campo. En la Figura A-35 se observa el mapa preliminar de suelos y los atributos de la tabla de datos.

En el Cuadro A-21 se muestra un fragmento de la leyenda preliminar de suelos, que acompaña, al también mapa preliminar de suelos. En la leyenda se indica el nombre de las unidades cartográficas formadas, su clasificación taxonómica preliminar, el perfil modal y su porcentaje de predominancia respecto a las inclusiones y la superficie de la unidad de suelos en hectáreas.





Cuadro A-21. Fragmento de la leyenda preliminar del mapa de suelos

PAISAJE	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	FORMAS DEL TERRENO	MATERIAL PARENTAL	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS SUELOS	CLASE DE UNIDAD CARTOGRÁFICA Y NOMBRE VERNÁCULO	COMPONENTE TAXONÓMICO	No. PERFIL	%	AREA (ha)	SÍMBOLO DE SUELOS
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	Humic Ustivitrands, familia ceniza sobre medial, amórfica, isomésica	70514	90	196	MDAfr1 MDAgr1
							Afloramientos Rocosos	----	10		
	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	Andic Humustepts, familia medial, amórfica, isomésica	71322	70	2,647	MJAe1 MJAep1 MJAf1 MJAf2 MJAgl1 MJAgl
							Andic Haplustolls, familia medial, isomésica	71802	20		
							Andic Humustepts, familia ceniza, isomésica	71320	10		

4.2 Obtención del mapa final de suelos y mapas de aplicaciones

El mapa final de suelos se elaboró finalmente al recibirse los datos de los laboratorios, lo que permitió asignar a cada unidad cartográfica su clasificación definitiva; también se adjuntaron a la versión final las observaciones que realizaron los profesionales del IGAC desde Colombia. A continuación se describe el proceso para la elaboración del mapa final de suelos.

4.2.1 Recepción de datos de laboratorio, para realizar la clasificación final de los suelos

Los 77 resultados de laboratorio provenientes de las calicatas fueron entregados a la DIGEGR en hojas electrónicas, fueron procesados y transformados en tablas de fácil lectura; asimismo, se interpretaron los resultados utilizando los valores de las variables mostradas en los cuadros ya comentados en el capítulo anterior. En el Cuadro A-22 se muestra una serie de tablas que pertenecen a una unidad cartográfica y a un perfil modal.

Cuadro A-22. Resultados de granulometría y análisis químicos del perfil 070514

Profundidad cm	Densidades g/cc		Contenido de humedad %						Porosidades %		
	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 cm	Humedad aprovechable %	Límites de consistencia		
		Líquido	Plástico	Ind. Plasticidad
0-40	3.97			
40-85	28.41			

Profundidad cm	Granulometría %			Clase textural		Frag. Gruesos*	pH 1:1	C. O. %	M. O. %	N. Total %	CaCO ₃		Fósforo ppm	Fertilidad***	
	Arenas	Limos	Arcillas	Lab.	Campo						**	%		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 Cm	Complejo de cambio meq/100 g									Saturaciones %				
	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 Cm	Saturaciones % SAB	Elementos menores ppm				Retención fosfórica %	Aluminio activo %	Hierro activo %	Silicio activo %	Índice Melánico
		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.



Estos cuadros fueron analizados por los edafólogos para verificar y efectuar los ajustes a la clasificación preliminar y a la leyenda de suelos. Con la finalidad de proporcionar al usuario de sistemas de información geográfica una información completa del estudio de suelos, los cuadros en mención fueron transformados para anexarlos a la capa de las unidades cartográficas de suelos -UCS- como parte de los atributos del shapefile. En la Figura A-36 se observa el mapa de suelos, el ejemplo del contenido de la información proveniente de los resultados de laboratorio y la leyenda de suelos, la cual, está anexada a las delineaciones de las UCS.

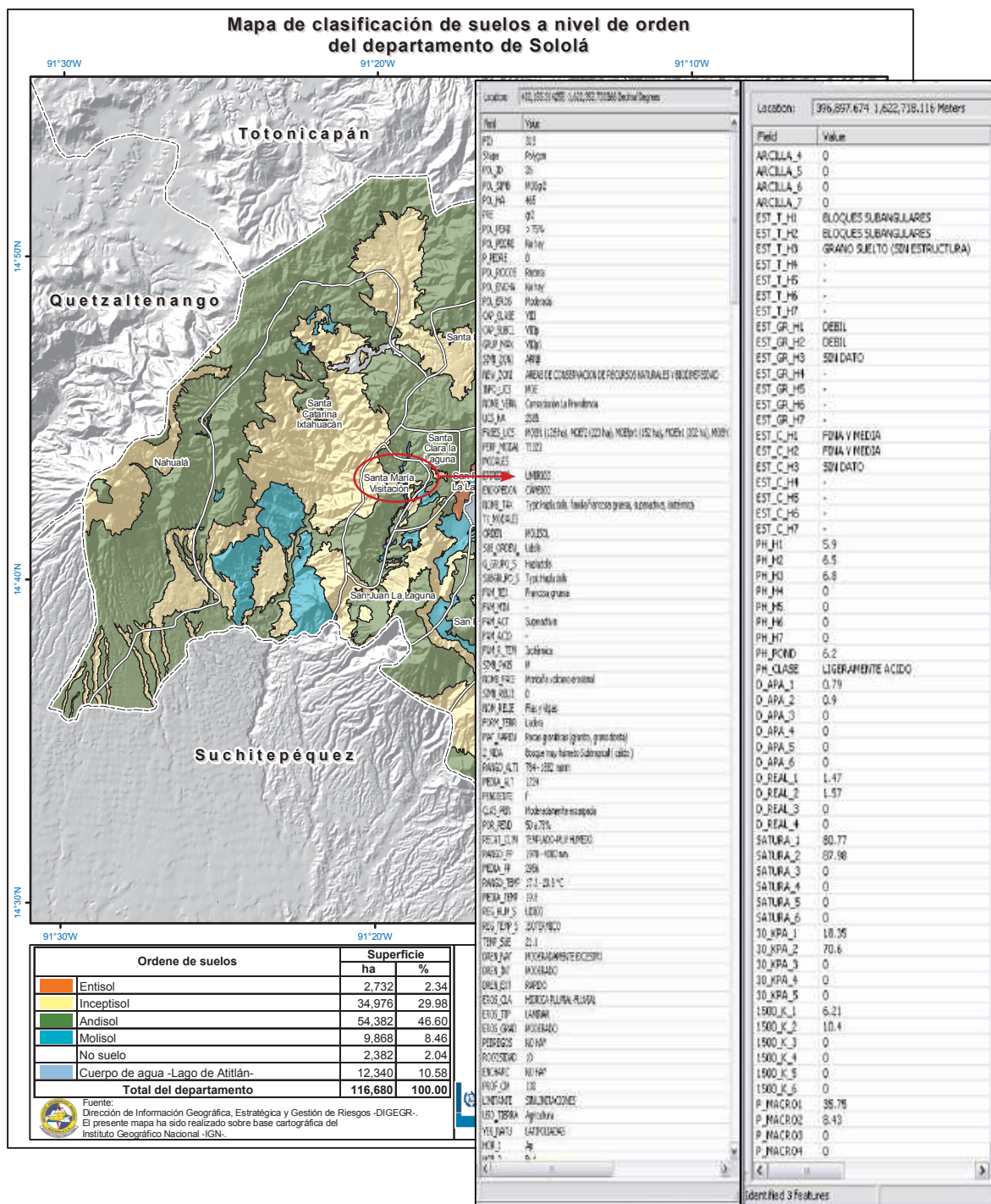


Figura A-36. Mapa de suelos con información de laboratorios y leyenda anexada

4.2.2 Obtención del mapa final de suelos y su leyenda respectiva

El mapa resultante y la leyenda de suelos correspondiente, ajustados con los resultados de laboratorio, fueron trasladados a Colombia y entregados a los técnicos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi para ser sometidos a una revisión final. Al recibirse las observaciones del IGAC, éstas se incorporaron a la leyenda y al mapa respectivo; éste se constituyó en el mapa final de suelos del departamento de Sololá conjuntamente con su respectiva leyenda. Ver Figura A-37.

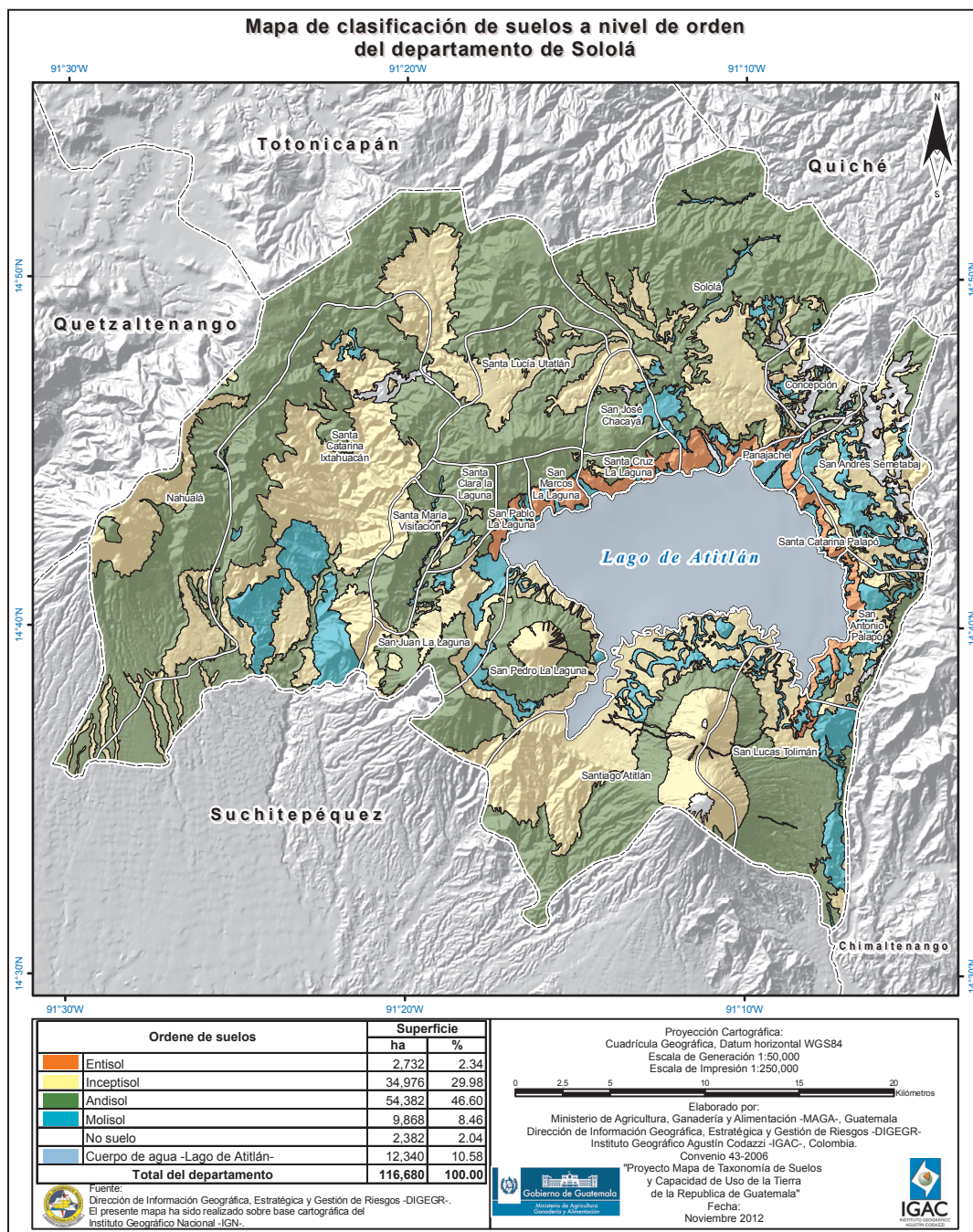


Figura A-37. Mapa de suelos a nivel de Orden, departamento de Sololá



4.2.3 Elaboración de los mapas de clasificación de tierras por su capacidad de uso, zonificación física y otras aplicaciones

Al tener el mapa base (mapa final de suelos y su leyenda), se confeccionaron los mapas de capacidad de uso de la tierra y de zonificación de tierras. Ambos fueron obtenidos según las metodologías propuestas por el IGAC (Clasificación de tierras por su capacidad de uso, 2010 y Zonificación Física de Tierras, 2009) en la cual se utiliza como base para los análisis cada una de las fases que constituyen las unidades cartográficas de suelos.

4.2.3.1 Elaboración del mapa de clasificación de tierras por su capacidad de uso

El mapa de capacidad de uso se realizó extrayendo, de la base de datos de la capa de suelos, las variables siguientes: pendiente (p), erosión (e), humedad (h), drenaje natural (pobre, muy pobre o imperfecto), inundaciones y/o encharcamientos; suelo (s) profundidad efectiva, texturas, fragmentos en el perfil, pedregosidad superficial, afloramientos rocosos y fertilidad natural; clima (c) pisos térmicos y régimen de humedad del suelo (Cuadros A-23 al A-34).

- **Algunos criterios para interpretar la clasificación**

Capacidad: Potencial que tienen las tierras para ser utilizadas bajo cierto tipo general de uso, con prácticas específicas de manejo.

Limitaciones: Características de las tierras que tienen un efecto adverso sobre su capacidad productiva; están dadas en función del suelo, la pendiente, la degradación, la humedad edáfica y el clima ambiental.

Las limitaciones pueden ser: **Permanentes** (aquellas que no se pueden modificar, excepto por cambios menores como pendiente, profundidad efectiva del suelo, erosión severa) y **Temporales** (son las que se pueden modificar, como contenido de nutrientes, drenaje). Las limitaciones también pueden ser: **Generales** (cuando indican la limitación global por pendiente, erosión, suelo, humedad y clima, y **específicas** (contenidas en las generales como sales, fertilidad, salinidad).

Grado de limitaciones: Expresa la intensidad de la desviación con respecto al suelo ideal. A medida que aumenta el grado de severidad, se reduce la capacidad de uso, aumenta el riesgo de deterioro o daño del suelo y disminuye la productividad. Las prácticas de manejo aumentan en exigencia. En general, se consideran cinco grados de intensidad en las limitaciones (ligera, moderada, severa, muy severa y extremadamente severa).

- **Estructura del sistema de clasificación**

La clasificación utiliza las categorías: Clase, Subclase y Grupo de Manejo.

Clases de capacidad: Agrupa suelos que presentan el mismo grado relativo de limitaciones generales y de riesgos, en cada una se interpretan aspectos generales relacionados con la posición geomorfológica, relieve, grado de pendiente, clima, grado de limitación y capacidad de uso.

Las clases, en la práctica se dividen en tres grandes grupos de acuerdo a su vocación de uso: **Clases I a IV:** pueden ser utilizadas en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo y semi-intensivo; **Clases V, VI y VII:** pueden ser utilizadas en forma restringida en actividades pecuarias, agroforestales y/o forestales y **Clase VIII:** debe ser utilizada solo para preservación, conservación y ecoturismo.



Subclase de capacidad: Es una subdivisión de la clase que agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitaciones generales, estas son las siguientes:

Pendiente (p): inclinación de la pendiente, **Erosión (e):** erosión actual, limita la capacidad de uso; **Humedad (h):** exceso de humedad dentro y fuera del perfil del suelo (aplica a suelos con drenaje natural muy pobre, pobre e imperfecto), nivel freático alto, inundaciones y/o encharcamientos; **Suelos (s):** limitaciones físicas y/o químicas que presenta el suelo (profundidad efectiva, textura, pedregosidad superficial, fragmentos de roca en el perfil, afloramientos rocosos, fertilidad, sales, aluminio) y **Clima (c):** limitaciones por temperaturas bajas, heladas frecuentes, baja luminosidad, vientos fuertes y constantes, alta nubosidad y brillo solar; así como déficit de abastecimiento de agua o exceso de precipitación, que limitan la selección de plantas o requieren prácticas de manejo especiales.

Grupo de manejo: Reúne tierras que tienen el mismo grado y número de limitaciones específicas comunes dentro de una misma subclase, por ejemplo: tipo de drenaje, inundaciones, profundidad efectiva, texturas, fragmentos gruesos en el suelo, permeabilidad, pH, salinidad, saturación de aluminio, clima edáfico; de acuerdo a estas limitaciones se sugieren las respectivas recomendaciones.

En resumen y de acuerdo con el IGAC, 2010, las unidades de calificación de la capacidad de uso de la tierra tienen como categorías: Clase, Subclase y Grupos de Manejo. Para asignar la clase y subclase para cada una de las delineaciones se utilizaron 12 tablas, las que fueron revisadas y adaptadas para la República de Guatemala. A continuación se muestran los cuadros para calificar la clase de capacidad de uso de las tierras:

Cuadro A-23. Pendientes

Rango (%)	Símbolo	Forma	Clase agrológica	
0 - 3	a	Ligeramente plana	1	I
0 - 7	a, b	a y ligeramente inclinada	2	II
0 - 12	a, b, c	a, b y moderadamente inclinada	3	III
0 - 25	a, b, c, d	a, b, c y fuertemente inclinada	4	IV
0 - 7	a, b	a y ligeramente inclinada	5	V
25 - 50	e	Ligeramente escarpada	6	VI
50 - 75	f	Moderadamente escarpada	7	VII
Cualquiera	g	a, b, c, d, e, f y Fuertemente escarpada	8	VIII

Cuadro A-24. Erosión

Grado	Clase agrológica	
No hay	1	I
No hay; ligero	2	II
No hay; ligero	3	III
No hay; ligero; moderado	4	IV
No hay; ligero	5	V
No hay; ligero; moderado	6	VI
No hay; ligero; moderado; severo	7	VII
Cualquiera; muy severo	8	VIII



Cuadro. A-25. Drenaje natural*

Clase	Clase agrológica	
Bien drenado	1	I
Bien drenado; moderado	2	II
Bien drenado; moderado; imperfecto	3	III
Mod. excesivo; bien drenado; moderado; imperfectamente drenado	4	IV
Cualquiera; pobremente drenado, muy pobremente drenado	5	V
Excesivo y muy pobremente drenado	6	VI
Cualquiera	7	VII
Cualquiera	8	VIII

* **Nota:** para los casos en que el drenaje natural es: pobre, muy pobre o imperfecto, se utiliza la subclase (h), la cual indica los excesos de humedad, cuando hay deficiencias de la misma no se usa, ya que este se relaciona con las pendientes y con la granulometría del suelo.

Cuadro A-26. Inundaciones o encharcamientos

Tipo / duración	Clase agrológica	
No hay	1	I
No se presentan; raras; extremadamente cortos o muy cortos / 1 cada 10 o más años	2	II
No se presentan; raras; ocasionales; extremadamente cortos o muy cortos / 1 cada 2 a 5 años	3	III
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; extremadamente cortos o muy cortos / 1 a 2 por año	4	IV
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; muy frecuentes; extremadamente cortos o muy cortos / más de 2 por año	5	V
No se presentan; raras; ocasionales; muy cortos; cortos; largos o muy largos / 1 a 2 por año	6	VI
No se presentan; raras; ocasionales; frecuentes; muy cortos; cortos; largos o muy largos / 1 a 2 por año	7	VII
Cualquier frecuencia y duración / más de 2 por año	8	VIII

Cuadro A-27. Profundidad efectiva

Profundidad (cm)	Interpretación	Clase agrológica	
> 100.1	Profunda	1	I
75.1 – 100	Moderadamente profunda	2	II
50.1 – 75	Moderadamente superficial	3	III
25 – 50	Superficial	4	IV
Cualquiera	-	5	V
< 25	Muy superficial	6	VI
Cualquiera	-	7	VII
Cualquiera	-	8	VIII

Cuadro A-28. Textura: Familias por clase de tamaño de partículas y sus sustitutos

Familia por clase de tamaño de partículas	Clases fuertemente contrastadas (sin considerar fragmentos gruesos) *	Clase agrológica	
Francosa fina Medias	---	1	I
Francosa fina Francosa gruesa Medias Contrastadas	--- ● Medial sobre francosa (51)	2	II
Limosa fina Fina Ceniza Contrastadas	<ul style="list-style-type: none"> ● Francosa-gruesa sobre arenosa (22) ● Limosa-gruesa sobre arcillosa (23) ● Francosa-fina sobre arcillosa (25) ● Francosa-fina sobre arenosa (27) ● Limosa-fina sobre arcillosa (28) ● Francosa sobre ceniza (37) ● Francosa sobre arenosa (38) ● Medial sobre ceniza (44) ● Medial sobre arenosa (53) ● Arenosa sobre francosa (63) 	3	III
Limosa gruesa Arenosa Muy fina Psamments Contrastadas	<ul style="list-style-type: none"> ● Arcillosa sobre arenosa (18) ● Francosa-gruesa sobre arcillosa (20) ● Limosa-fina sobre arenosa (30) ● Medial sobre arcillosa (47) ● Arenosa sobre arcillosa (62) ● Ceniza sobre esquelética-arenosa (8) ● Medial sobre arcillosa (47) 	4	IV
Francosa fina Limosa fina Francosa gruesa Limosa gruesa Fina Contrastadas	---	5	V
Arenosa Francosa fina Limosa fina Francosa gruesa Limosa gruesa Fina Muy fina Contrastadas	Esqueléticas (depende del volumen en % y de la profundidad a la que se encuentren los fragmentos gruesos)	6	VI
Cualquiera	Cualquiera	7	VII
Cualquiera	Cualquiera	8	VIII

* **Nota:** Según Clases de Tamaño de Partícula Fuertemente Contrastantes (Soil Survey Staff, 2010). Claves para la taxonomía de suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales. USDA, Décima Edición, pág. 300 – 301). Las esqueléticas cuando aparecen contrastadas debajo de no esqueléticas se incluyen en la clase 4.



Cuadro A- 29. Fragmentos de roca en el perfil del suelo

% por volumen	Interpretación	Clase agrológica	
< 3.0	-	1	I
< 3.0	-	2	II
3.1 – 15	Pocos	3	III
15.1 – 35	Frecuentes	4	IV
3.1 – 35	Pocos y frecuentes	5	V
35.1 – 60	Abundantes	6	VI
>60	Extremadamente abundantes	7	VII
Cualquiera	Fragmentoso	8	VIII

Cuadro A-30. Pedregosidad superficial

% de área afectada	Interpretación	Clase agrológica	
< 0.1	No hay	1	I
< 0.1	No hay	2	II
< 3	Poca	3	III
3.1 – 15	Mediana	4	IV
15.1 – 50	Abundante	5	V
15.1 – 50	Abundante	6	VI
51 – 90	Muy abundante	7	VII
Cualquiera	-	8	VIII

Cuadro A-31. Afloramientos rocosos

% de área afectada	Interpretación	Clase agrológica	
< 0.1	No hay	1	I
0.1 – 2	Esporádica	2	II
2.1 – 10	Poca	3	III
10.1 – 25	Media	4	IV
< 10	Poca y media	5	V
25.1 – 50	Abundante	6	VI
50.1 – 90	Muy abundante	7	VII
> 25	Abundante, muy abundante y misceláneo	8	VIII

Cuadro A-32. Fertilidad natural

Apreciación y valor	Clase agrológica	
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.4 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2	1	I
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.4 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2	2	II
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.4 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2 Baja: 5.1 – 3.6	3	III
Muy alta: > 8.4 Alta: 8.4 – 6.8 Media: 6.7 – 5.2 Baja: 5.1 – 3.6 Muy baja: < 3.6	4	IV
Cualquiera	5	V
Cualquiera	6	VI
Cualquiera	7	VII
Cualquiera	8	VIII

Cuadro A-33. Pisos térmicos

Piso térmico (altura)	Clase agrológica	
Cálido (< 600) Semicálido (600 - 1,100) Templado (1,100 – 1,900) Semifrío (1,900 – 2,300) Frío (2,300 – 2,700)	1, 2, 3, 4, 5	I, II, III, IV, V
Todos los anteriores y/o Muy frío (2,700 a 3,300 msnm)	6	VI
Todos los anteriores y/o Extremadamente frío (> 3,300 msnm)	7	VII
Cualquiera	8	VIII

Cuadro A-34. Régimen de humedad del suelo (humedad edáfica)

Régimen de humedad	Clase agrológica	
Údico	1	I
Ústico	2	II
Údico a Ústico	3 y 4	III y IV
Údico, Ústico, Ácuico	5	V
Údico, Ústico, Ácuico, Arídico (permite cultivos)	6	VI
Cualquiera (no permite cultivos)	7	VII
Cualquiera (no permite cultivos)	8	VIII



Con base en los cuadros anteriores se procedió a calificar cada una de las delineaciones a fin de asignar la clase y subclase por capacidad de uso. En la Figura A-38, se ejemplifica brevemente el procedimiento:

- Siguiendo la delineación No.1 (POL ID), se observa la variable y la calificación asignada.
- La clase asignada de esta delineación corresponde al número mayor encontrado (clase 4).
- Al leer de izquierda a derecha, se encuentra que las variables que tienen el número 4 son la erosión (e) y el suelo (s), por lo que la subclase se identifica como: **4es**.

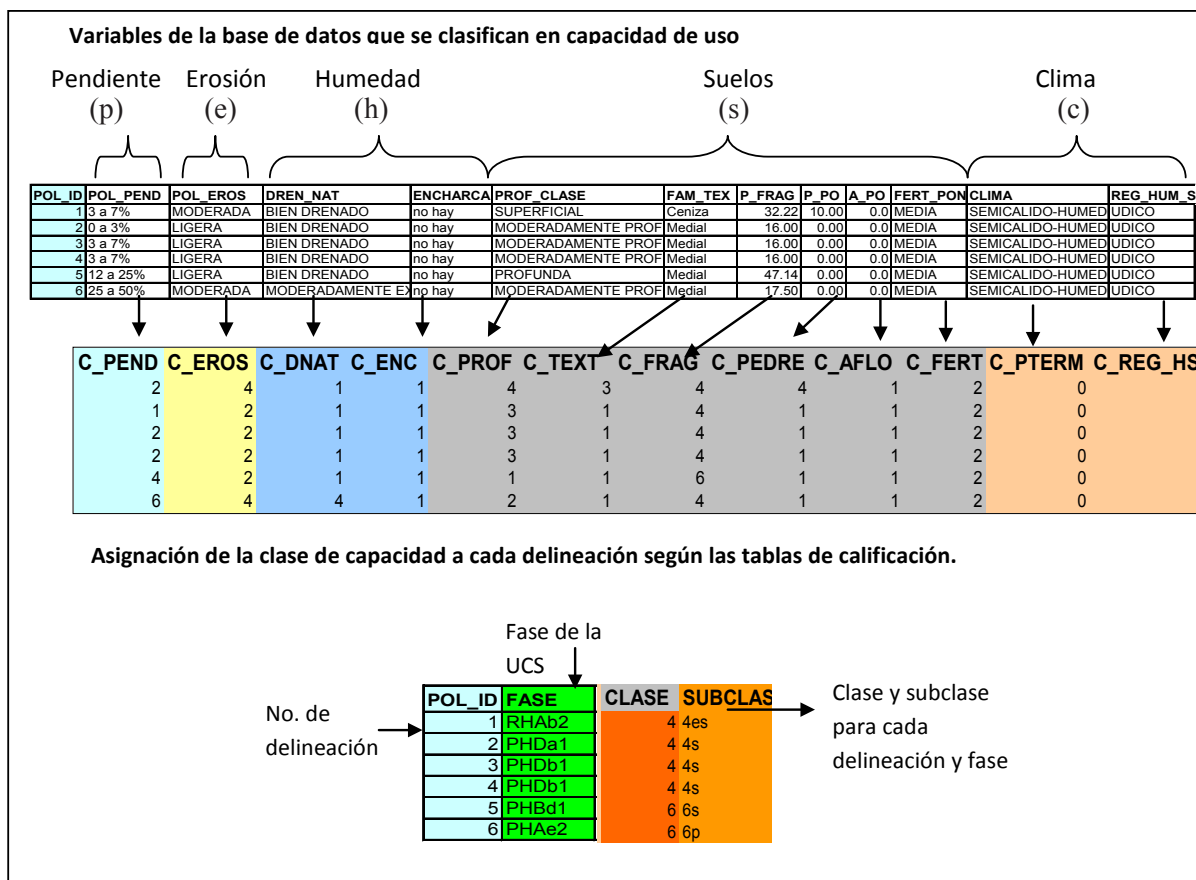


Figura A-38. Ejemplo de clasificación de capacidad de uso de las tierras, a nivel de subclase para cada una de las delineaciones

Finalmente, se definieron los grupos de manejo, con base en las limitaciones específicas de cada una de las subclases. Para la construcción de la leyenda de capacidad de uso se consultó la leyenda de suelos y las diferencias limitantes de las subclases, con lo cual se definieron los usos recomendados y prácticas de manejo, en todo este proceso las consultas de información y análisis se efectuaron en el ambiente SIG y se consultaron las ortofotos y los modelos de elevación. La leyenda de capacidad de uso de la tierra se observa en el Cuadro A-35.

Cuadro A-35. Fragmento de la leyenda de capacidad de uso de las tierras, departamento de Sololá

Clase agrológica	Sub-clase	Grupos de manejo	Fases unidades cartográficas de suelos	Principales características de los grupos de manejo	Factores limitantes	Usos recomendados	Prácticas de manejo	Área (ha)
II	IIpe	IIpe-1	POBb1	Clima templado muy húmedo (O) , pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera.	Agricultura intensiva con cultivos de clima templado, como granos básicos (maíz y frijol), hortalizas (arveja china, minivegetales, ejote, tomate, chile, cebollas, alcachofa y otros). Otros cultivos y usos posibles: café bajo sombra, ornamentales (flores y follajes), macadamia, aguacate hass y ganadería intensiva.	Realizar ligeras prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel, con barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Utilizar labranza mínima. Incorporar materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis locales en finca. Por moderada retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	44
	IIpec	IIpec-1	ASCb1	Clima semifrío húmedo (S) , pendientes ligeramente inclinadas, suelos profundos, drenaje bueno, texturas moderadamente finas, saturación de bases baja a alta, capacidad de intercambio de cationes alta, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad natural alta y erosión ligera.	Pendientes ligeramente inclinadas, erosión ligera, deficientes precipitaciones en un semestre del año.	Agricultura intensiva con cultivos de clima semifrío como: maíz, frijol; hortalizas: arveja china, minivegetales, ejote, acelga, apio, brócoli, lechuga, coliflor, repollo, tomate, chile, cebolla y otros. Otros cultivos posibles son: mora, aguacate hass, fresa, níspero, frutales deciduos. Ganadería intensiva.	Realizar ligeras prácticas de conservación de suelos para minimizar erosión hídrica: sembrar según curvas a nivel y establecer barreras vivas. Para minimizar la erosión eólica establecer cortinas rompevientos. Utilizar labranza mínima. Incorporar materia orgánica utilizando restos de cosecha, abonos verdes y orgánicos. Agregar Nitrógeno y Fósforo, dosis según análisis en finca. Por retención de fosfatos, aplicar fertilizantes fosfóricos de liberación lenta, cerca de raíces. Aplicar riego suplementario, por goteo o aspersión con láminas de mayor volumen y espaciadas en el tiempo. En ganadería intensiva, utilizar pastos mejorados, razas genéticamente mejoradas, adecuada carga animal, evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo.	1,430



4.2.3.2 Elaboración del mapa de zonificación física de tierras

El mapa de zonificación física de tierras se obtuvo a partir del estudio de suelos y la clasificación de tierras por su capacidad de uso. La delimitación es esencialmente física y tiene como finalidad agrupar unidades de tierra con limitaciones y aptitudes similares.

El método para asignar el *uso principal* para cada una de las fases de las unidades cartográficas de suelos del estudio, es seleccionando las variables de suelos y calificarlas con base en la tabla: *Variables utilizadas en la evaluación del uso principal de las tierras*, que se observa en el Cuadro A-36 donde se ejemplifica el proceso de calificación, que fue realizado con la siguiente secuencia de actividades:

- Se construyó una hoja electrónica con todas las fases de cada una de las unidades cartográficas con los valores en cada una de las variables correspondientes y se calificó mediante una lectura de izquierda a derecha iniciando con la columna de unidades climáticas del Cuadro A-36. Los códigos que allí se encuentran corresponden a los tipos de climas del estudio (ver variables en color rojo), por ejemplo: el código 7 corresponde al tipo de clima “semicálido húmedo”.
- Si la fase analizada posee, por ejemplo, una pendiente del 0-7% se continúa la lectura en forma horizontal dentro de la categoría CTI (Cultivos Transitorios Intensivos).
- Al observar el valor de la variable “erosión” en la fase (en la hoja electrónica construida), si el valor indica que es “ligera”, entonces se continúa en el Cuadro A-36 en forma horizontal dentro de la categoría CTI.
- Si el valor de la variable “drenaje” de la fase indica que es “moderado” y las inundaciones son “raras” entonces la lectura lleva, en forma escalonada, hacia la categoría CPI (Cultivos Permanentes Intensivos).
- Si el valor de la variable “profundidad efectiva” es >25 y el valor de la variable “fertilidad” es baja, entonces se debe pasar a la categoría inmediatamente inferior que en este caso, es CPS (Cultivos Permanentes Semi-intensivos).
- Si las demás variables se encuentran dentro de los rangos de esta categoría de uso principal, entonces la fase de la unidad cartográfica analizada queda como CPS; si la información de las variables restantes fueran más restrictivas, entonces debería pasarse a categorías con mayores limitaciones.





VOCACION GENERAL	USO PRINCIPAL	Unidades Climáticas (Clases)	Pendiente (%)	Erosión	Drenaje Natural	Inundaciones o Encharcamientos	Profundidad Efectiva (cm)	Fertilidad	Fragmentos en Suelo	Fragmentos en Superficie	Afloramiento Rocoso	Grupo Textural
AGRICULTURA	Cultivos Transitorios Intensivos (CTI)	3, 7, 11, 12, 16, 20	0 - 7	Ligera o menor	Bueno	No o Raras	> 50	Moderada o Mayor	< 3	< 0.1	< 2	Media Moderadamente fina Moderadamente gruesa
	Cultivos Transitorios Semi-intensivos (CTS)	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 19, 20	7 - 12	Ligera o menor *	Bueno a Imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 3	< 0.1	< 2	Media Moderadamente fina Moderadamente gruesa **
	Cultivos Permanentes Intensivos (CPI)	3, 4, 7, 11, 12, 16, 20	< 25	Ligera o menor *	Bueno a Moderado	Raras	> 50	Baja o Mayor	< 15	< 3	< 25 **	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina Fina **
	Cultivos Permanentes Semi-intensivos (CPS)	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 19, 20	< 25	Moderada o menor *	Bueno a Imperfecto	Ocasionales	> 25	Baja o Mayor	< 35 **	< 15	< 25	Moderadamente gruesa Media Moderadamente fina **
AGROFORESTAL	Silvopastoril (SPA)	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20	< 50	Moderada o menor	Imperfecto a Excesivo	Frecuentes	> 25 **	Muy baja o Mayor	< 60	< 50	< 90	Todas
FORESTAL	Forestal productor (FPD)	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 23	< 75 **	Severa o menor **	Pobre a excesivo	Ocasionales	> 40	Baja o mayor	< 60 **	< 90 **	< 90 **	Todas
CONSERVACIÓN	Áreas de conservación de Recursos Naturales y Biodiversidad (ARNB)	Todos (1 - 25)	> 75% **									
	Conservación y Recuperación (CRE)	Todos (1 - 25)		Muy severa								
	Parque Regional (PR)											
	Zonas de Veda en Volcanes (ZVV)											
	Sitios Arqueológicos (SA)											
OTRAS	Centros Urbanos (CU)											

Notas:

* Ajuste propuesto por el Dr. D. Malagón, 2010.

** Ajustes propuestos por la UPGGR-MAGA, 2010.



Al realizar este procedimiento para cada una de las fases de las unidades cartográficas del estudio, se obtuvo como resultado la leyenda del Cuadro A-37.

Cuadro A-37. Segmento de la leyenda de Unidades de Zonificación de Tierras

Vocación de Uso	Uso Principal	Descripción	Símbolo	Unidades Cartográficas de Suelos*	Área	
					ha	%
AGRÍCOLA	Cultivos Transitorios Intensivos	Tierras con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) son suelos productivos, con ligeras limitaciones para la agricultura y la ganadería intensiva. Requieren ligeras prácticas de conservación de suelos: siembra al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y cortinas rompevientos, adecuada fertilización y labranza mínima para evitar la destrucción de la estructura del suelo.	CTI	AJDbl, ASBbl, ASCbl, ASDbl, MOHbl, POBbl	2,500	2.14
	Cultivos Transitorios Semi-Intensivos	Tierras con pendientes de ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas (<12%), generalmente presentan inadecuada distribución de las lluvias, son suelos superficiales a profundos, con fertilidad media a muy alta, texturas medias a finas. Sin restricciones para cultivos y ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas moderadas de conservación de suelos, además de las indicadas para los Cultivos Transitorios Intensivos; generalmente requieren riego suplementario.	CTS	AJDcl, ASCcl, MJJbl, MJNcl, MOHcl, MQBbl, MQBcl, MOFbl, MQBl, MSKbl, MSOcl, PYAcl	2,915	2.50
	Cultivos Permanentes Intensivos	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%), generalmente presentan deficientes precipitaciones durante un semestre del año. Tierras adecuadas para la agricultura con cultivos permanentes y la ganadería semi-intensiva. Requieren prácticas moderadas de conservación de suelos y prácticas culturales como la siembra al contorno, barreras vivas y muertas; fertilización con abono orgánico y químico; generalmente requieren riego suplementario.	CPI	AJAdl, AJCd1, ASAd1, MJLd1, MOAd1, MOBd1, MSHd1, MSBl, MSId1, MSKd1, PYAcp1	2,044	1.75
	Cultivos Permanentes Semi-Intensivos	Tierras con pendientes hasta fuertemente inclinadas (<25%), con frecuentes fragmentos de roca en el perfil del suelo, texturas medias y finas. Adecuadas para la agricultura permanente y la ganadería semi-intensiva. Requieren labranza mínima y prácticas de conservación de suelo y agua, como la siembra al contorno, barreras vivas y muertas para reducir los efectos de la erosión hídrica y cortinas rompevientos para reducir los efectos de la erosión eólica. Se necesita mantener la cobertura vegetal para reducir el impacto de la gota de lluvia. Generalmente requieren riego suplementario.	CPS	AJBd2, AJCd2, ASAc2, ASAd2, ASBc2, MBGd2, MJBd1, MJId2, MJJd2, MJLb2, MJLc2, MJLd2, MJLdp1, MJLdp2, MJNc2, MOAd2, MOBd2, MOBdp2, MOFcl, MOFdp1, MOlclp1, MQBbp1, MQBc2, MQBcp2, MQBdl, MQBd2, MQBdp1, MQBdp2, MOFdl, MQHc2, MQHdl, MSBc2, MSBdl, MSHc2, MSHd2, MSHdp2, MSKd2, MSLb2, MSLd2, MSMD1, MSMD2, MSNDp1, MSScp1, POAcp1, PYAd1, PYAcp1	10,651	9.13

4.2.3.3 Elaboración del mapa de uso de la tierra escala 1:20,000

El mapa de uso de la tierra se elaboró mediante talleres de consulta participativa con los pobladores que se dedican a las labores agrícolas del departamento de Sololá, como herramienta de ubicación se utilizaron las ortofotos a escala 1:20,000 y como referencia de las categorías de uso de la tierra, la nomenclatura Corine Land Cover adaptada para Centroamérica, 2002.

El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

A través de las Oficinas Municipales de Planificación (OMP) se realizaron 2 talleres, uno en el municipio de Panajachel y otro en el municipio de San Pedro La Laguna, donde se convocó a los productores agrícolas, técnicos municipales, técnicos de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Se les explicó el objetivo del taller, que consistía en trazar, en acetatos colocados sobre ortofotos, las unidades productivas identificadas por los participantes. En las Figuras A-30 y A-40 se observa el desarrollo de los talleres.

La información recabada en los talleres fue corroborada a través de visitas a campo donde se chequearon los usos indicados en las unidades cartográficas delineadas. Los informantes claves fueron personas reconocidas por los habitantes de los lugares visitados y que fueron detectados en los talleres realizados.



Figura A-39. Delimitación de los usos de la tierra a nivel municipal. Taller realizado en el municipio de Panajachel (Foto: E. Sánchez, 2011).



Figura A-40. Realización de talleres participativos e identificación de informantes claves. Municipio de San Pedro La Laguna (Foto: E. Sánchez, 2011)

Los acetatos obtenidos en los talleres que contenían los trazos de uso de la tierra y que fueron analizados en campo fueron escaneados y vectorizados, se obtuvo de ellos una capa en formato SIG. Se le agregaron los atributos con base en las especificaciones de las clasificaciones de la leyenda Corine Land Cover a escala 1:50,000. Se muestra el mapa final en la Figura A-41.

El mapa de uso de la tierra fue de gran utilidad para elaborar el mapa de intensidad de uso de la tierra; fue importante para conocer las distintas categorías de uso del territorio y contrastarlas con los resultados de los análisis de los grupos de manejo, contenidos en el mapa de capacidad de uso de la tierra.

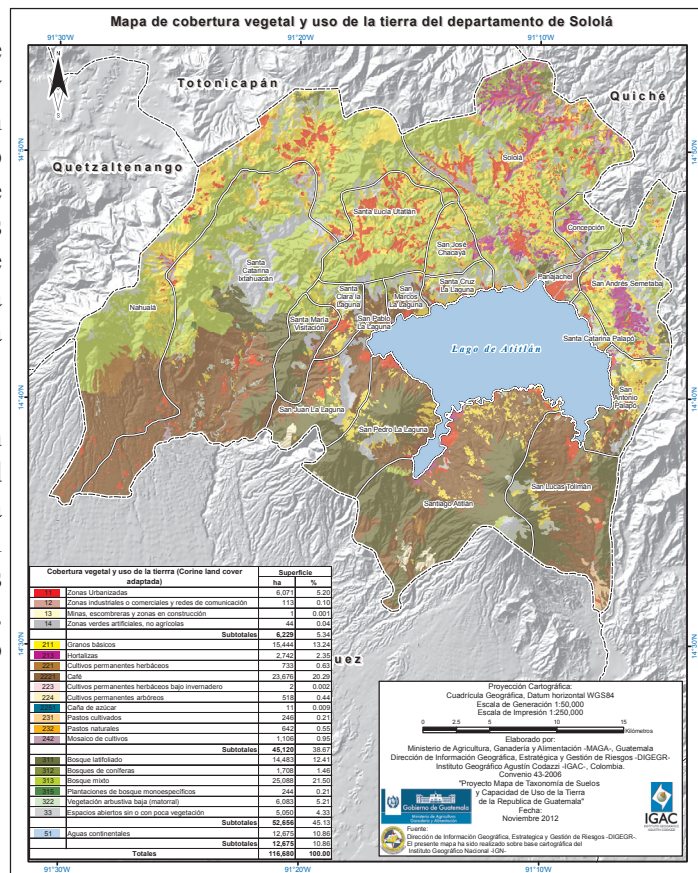


Figura A-41. Mapa de uso de la tierra, departamento de Sololá

4.2.3.4 Elaboración del mapa de intensidad de uso de la tierra

El mapa de intensidad de uso de la tierra se obtuvo a través de intersectar los mapas de uso de la tierra y de clasificación de tierras por su capacidad de uso, el resultado es una tabla que compara las categorías de ambos mapas. La comparación se clasifica en las categorías *Subutilizado*, *Uso correcto* y *Sobreutilizado* que corresponden a las categorías de intensidad de uso de la tierra. En el Cuadro A-38 se observa un ejemplo de esta comparación y en la Figura A-42, se observa el mapa de intensidad de uso final.

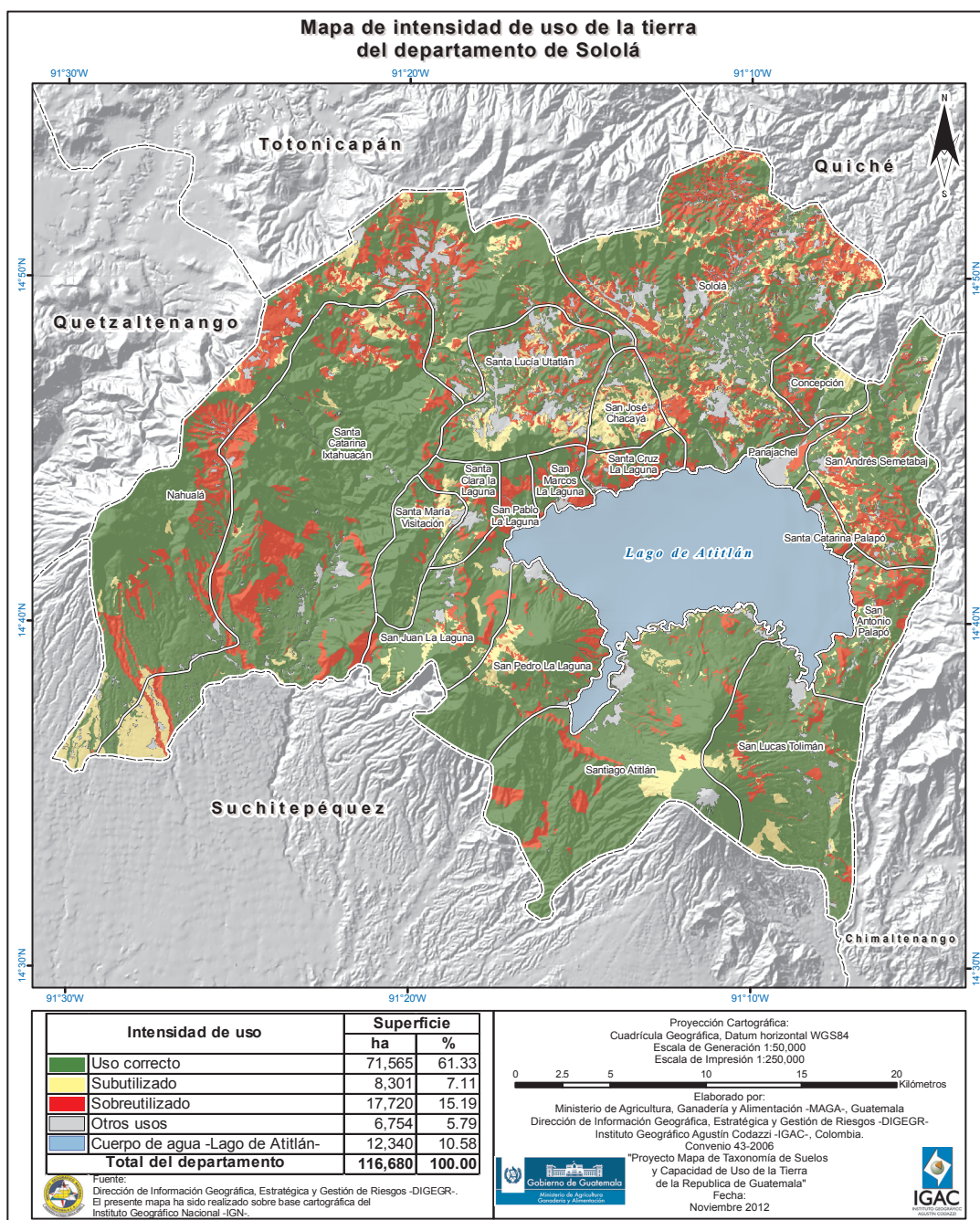


Figura A-42 Mapa de intensidad de uso de la tierra, departamento de Sololá



CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE MANEJO	VOCACIÓN	USO ACTUAL	CALIFICACIÓN
IV	IVe	IVe1	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso correcto
				Hortalizas	Uso correcto
				Café	Uso correcto
				Cebolla	Uso correcto
				Hortalizas	Uso correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Uso correcto
				Mosaico de cultivos	Uso correcto
				Papa	Uso correcto
				Zanahoria	Uso correcto
				Bosque mixto	Subutilizado
				Bosque de Pino	Subutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Subutilizado
				Tejido urbano	Otros usos
		IVe2	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso correcto
				Café	Uso correcto
				Maíz y Frijol	Uso correcto
				Mosaico de cultivos	Uso correcto
				Pastos naturales	Subutilizado
				Plantaciones de pino	Subutilizado
				Bosque mixto	Subutilizado
				Espacios con vegetación escasa	Subutilizado
				Instalaciones deportivas y recreativas	Otros usos
				Tejido urbano	Otros usos
		IVe3	AGRÍCOLA	Aguacate	Uso correcto
				Café	Uso correcto
				Hortalizas	Uso correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Uso correcto
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Subutilizado
				Áreas turísticas, arqueológicas	Otros usos
				Tejido urbano	Otros usos
	IVes	IVes1	AGRÍCOLA	Café	Uso correcto
				Maíz	Uso correcto
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Espacios con vegetación escasa	Subutilizado
		IVes2	AGRÍCOLA	Café	Uso correcto
				Hortalizas	Uso correcto
				Granos básicos (maíz y frijol)	Uso correcto
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Subutilizado
	IVp	IVp1	AGRÍCOLA	Tejido urbano	Otros usos
				Café	Uso correcto



CLASE	SUBCLASE	GRUPO DE MANEJO	VOCACIÓN	USO ACTUAL	CLASIFICACIÓN
VI	VIp	VIp1	AGROFORESTAL	Bosque de mixto	Subutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Café	Uso correcto
				Hule	Uso correcto
				Maxán	Uso correcto
				Maíz	Sobreutilizado
				Pastos cultivados	Uso correcto
		VIp2	AGROFORESTAL	Aguacate	Uso correcto
				Bosque de coníferas	Subutilizado
				Bosque de mixto	Subutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Café	Uso correcto
				Espacios con vegetación escasa	Uso correcto
				Hortalizas	Sobreutilizado
				Maíz	Sobreutilizado
				Pastos naturales	Uso correcto
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Uso correcto
		VIp3	AGROFORESTAL	Aguacate	Uso correcto
				Arveja china	Sobreutilizado
				Bosque de mixto	Subutilizado
				Bosque de Pino	Subutilizado
				Bosque latifoliado	Subutilizado
				Brócoli	Sobreutilizado
				Café	Uso correcto
				Cebolla	Sobreutilizado
				Espacios con vegetación escasa	Uso correcto
				Hortalizas	Sobreutilizado
				Maxán	Uso correcto
				Maíz	Sobreutilizado
				Maíz y Frijol	Sobreutilizado
				Mosaico de cultivos	Sobreutilizado
				Papa	Sobreutilizado
				Pastos naturales	Uso correcto
				Plantaciones de ciprés	Uso correcto
				Plantaciones de pino	Uso correcto
				Tomate	Sobreutilizado
				Vegetación arbustiva baja (matorral)	Uso correcto
				Zanahoria	Sobreutilizado
		VIp4	AGROFORESTAL	Aguacate	Uso correcto
				Bosque de coníferas	Subutilizado
				Bosque de mixto	Subutilizado



4.2.3.5 Estimación de la susceptibilidad a los deslizamientos en el departamento de Sololá

Los Deslizamientos de Tierras integran una clase de los Movimientos en Masa que se suceden en la superficie de la tierra. Están constituidos por suelos, rocas y diferentes materiales que se encuentran en la parte más externa de las Formaciones Superficiales terrestres.

Estos fenómenos ocurren cuando la resistencia que presentan los materiales (resistencia a ser “cortados” para que puedan deslizarse) excede la de su condición natural, si ello ocurre en zonas de pendientes pronunciadas, favorecidos por la acción del agua, pierden estabilidad y se “deslizan”; obviamente otros fenómenos naturales pueden inducirlos (entre ellos la intensidad y magnitud de las ondas sísmicas y los procesos que desencadenan).

Los deslizamientos causan pérdidas muy altas de vidas humanas, afectan negativamente las condiciones ambientales, la infraestructura y economía (Aristizabal et. al, 2010). En los países que integran el Cinturón de Fuego del Pacífico su incidencia es mayor, dada su inestabilidad geológica (colisión de placas tectónicas, volcanismo, eyección de materiales inestables y otros), condiciones socioeconómicas y densidad de población. En ellos se concentra el 89% de las muertes vinculadas con deslizamientos (Varnes, 1981, citado por Aristizabal et. al, 2010).

El estudio de los deslizamientos no es tarea fácil, requiere un cúmulo de datos e información considerable. Las variables que necesitan ser caracterizadas abarcan diferentes disciplinas, son numerosas y requieren conocimientos amplios. La aplicación de diferentes modelos y su complejidad está supeditada a la calidad, número y disponibilidad de la información.

Los mapas que se refieren a este tema son de diferente índole (JRC, 2007): inventario de las cicatrices dejadas por los deslizamientos, susceptibilidad de las tierras a ellos (probabilidad de ocurrencia), peligro de que sucedan (probabilidad de ocurrencia y magnitud, en un tiempo dado), riesgos (evaluación de daños potenciales). Entre ellos los más utilizados son los de susceptibilidad.

Las causas vinculadas con la generación de deslizamientos son muy variadas. Sobresalen y se agrupan en:

- **Geológicas y geomorfológicas:** tipos de rocas y su fracturamiento, densidad de fallas, geoformas y sus pendientes, espesor, tipo y clase de recubrimientos superficiales, sismicidad.
- **Suelos:** tipo y grado de desarrollo, espesor, granulometría, grado de cohesión de sus materiales, resistencia al corte, permeabilidad, retención de humedad, contenido de materiales orgánicos, discontinuidades entre los materiales (si influyen en la conducción del agua).
- **Antrópicas:** cobertura, uso y manejo de las tierras, impacto de obras civiles (carreteras, drenajes), culturales (tradicción de construir terrazas contra la erosión, bancales contra las inundaciones).
- **Climáticas:** distribución de la precipitación a través del año y épocas de concentración de ella, agresividad de las lluvias, relación entre su intensidad y su duración. Las características climáticas tradicionalmente se han considerado como variables dinámicas, opuestas a las previamente comentadas, conceptualizadas como condicionantes del fenómeno.

Entre las múltiples causas, previamente anotadas, para la estimación preliminar de los deslizamientos en Sololá se seleccionaron y utilizaron las siguientes:

Geológicas-geomorfológicas: para la interpretación y selección de variables se tuvo en cuenta la





dominancia de rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario (Qv, Qp y Tv: IGN, 1970) en ambiente morfogenético predominante de Montaña volcano-erosional; unidades que incluyen tobas, materiales laháricos, coladas de lava y tefras. Estos materiales, vinculados con las pendientes, constituyen el mayor condicionante para los deslizamientos (**peso del 35 %**), la asignación del peso de acuerdo a los intervalos de pendiente considerados se muestran en el Cuadro A-39.

Cuadro A-39. Pesos asignados según pendiente

Intervalos de Pendiente (%)	Peso
0 – 7	0
7 – 25	5
25 – 50	10
> 50	20
Total	35

- **Suelos:** predominio de suelos jóvenes, de baja evolución, derivados de tefras (Andisoles e intergradados ándicos de otros suelos), con dominancia de grupos texturales medios, con abundancia de materiales no cristalinos en su fracción arcillosa (alófanos) y capacidad de retención de humedad. A esta variable se le asignó un **peso del 15%**, asignándolo como se muestra en el Cuadro A-40.

Cuadro A-40. Pesos asignados según tipo de suelo

Intervalos de Pendiente (%)	Peso
Suelos con piroclastos (bajos en materia orgánica /grupos texturales medios)	10
Grupos texturales finos	3
Grupos texturales gruesos	2
Total	15

- **Antrópicos:** Los aspectos antrópicos se tipificaron a partir de la cobertura vegetal y tipo de uso (incluyendo su intensidad) en que se encuentran las tierras (UPGGR-MAGA, 2006). A esta variable se le asignó un **peso del 15%**, tal como se muestra en el Cuadro A-41.

Cuadro A-41. Pesos asignados según cobertura vegetal y uso de la tierra

Intervalos de Pendiente (%)	Peso
Cultivos limpios intensivos y tierras desprovistas de vegetación	10
Cultivos densos, pastos naturales y vegetación arbustiva	4
Cobertura forestal, agroforestal y vegetación natural	1
Total	15

- **Climáticos:** Los aspectos vinculados con el clima se evaluaron a partir de la distribución mensual promedio de la precipitación durante el año y de la agresividad de la lluvia, estimada a partir del índice modificado de Fournier (Neira et. al.2010). A estos aspectos se les asignó un **peso del 35%** y se incluyeron en la ecuación sin desagregarlo, a pesar de que muchos investigadores los consideran “detonantes” (generadores, productores, causantes iniciales) del proceso. En sentido estricto no definen una susceptibilidad, ya que constituyen variables dinámicas (opuestas a las variables condicionantes).



La ecuación indicada y utilizada es la siguiente:

$$Csd = \left(\frac{Ge + Pe + Su + Cv + CI}{5} \right)$$

Donde:

Csd = Categoría de susceptibilidad a deslizamientos

Ge = Material geológico

Pe = Pendiente (%)

Su = Suelo (tipo)

Cv = Cobertura vegetal y uso de la tierra

CI = Clima

En el mapa que se presenta en la Figura A-43, se sintetizan los resultados obtenidos y la categorización adoptada para clasificarlos. En el mapa se consignan, además, la evidencia de los deslizamientos en el departamento, a través de las “cicatrices” que dejan, como evidencia de su ocurrencia; ello permite comparar los resultados obtenidos con la realidad de campo.

Con base en los resultados preliminares, a partir de la metodología seguida, se establece que las zonas montañosas con pendientes superiores al 50%, recubiertas por mantos de tefras (en general de tamaños finos a medios), con baja o sin cobertura vegetal y uso-manejo inadecuado de las tierras, presentan alta susceptibilidad a los deslizamientos de tierras durante la época crítica lluviosa (meses de junio a septiembre), ya que la agresividad de las lluvias y su acumulación (en 15-25 días) superan los umbrales críticos (150-200 mm) establecidos para generar movimientos profundos (mayores a 2 m) en masa, (Aristizabal, et. al. 2010).

Como consecuencia práctica las zonas calificadas como de Alta y Muy Alta susceptibilidad a deslizamientos deben considerarse críticas en cuanto a la población y el ambiente.

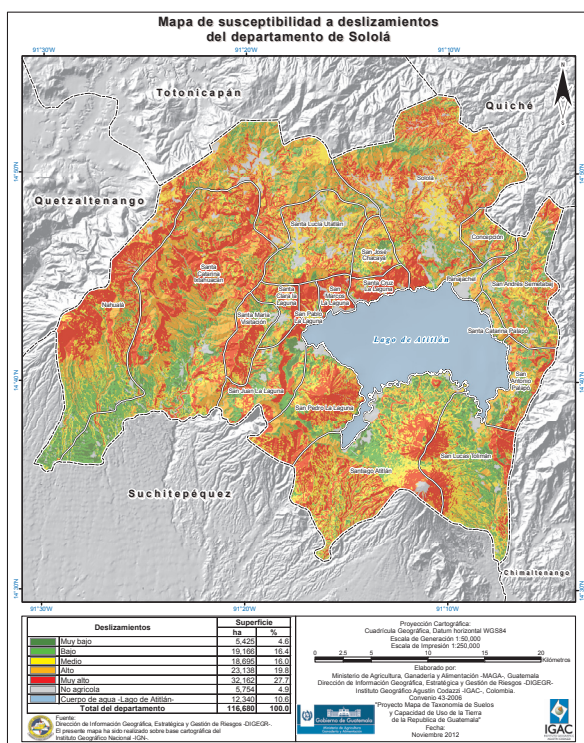


Figura A-43. Mapa de Susceptibilidad a los Deslizamientos del departamento de Sololá, Guatemala



4.3 Informe técnico final

Al terminar la elaboración del mapa de suelos, el mapa de capacidad de uso, el mapa de zonificación física de tierras, los mapas de aplicaciones, incluyendo el mapa de intensidad de uso de las tierras; todos con sus leyendas respectivas, se pudo redactar en forma apropiada el documento final.

El informe técnico final fue diseñado en función de la necesidad del MAGA de contar con una herramienta práctica para ser utilizada en los programas de desarrollo rural que implementa. Para facilitar el acceso a la información de las unidades cartográficas, se incorporó una sección en el capítulo IV que permite ubicar al usuario en el ámbito geográfico de su municipio. Asimismo, se complementa con una tabla de ubicación donde se dirige al usuario a las páginas del informe para que pueda extraer la información de las unidades cartográficas, de los grupos de manejo y de la zonificación de tierras.

La redacción del informe técnico se basó en las normas y especificaciones que establece la Subdirección de Agrología (IGAC, 2008) para la elaboración de levantamientos de suelos. Toda la información se redactó y trabajó en software Office® y se procesó a nivel cartográfico en ArcGis® version 9.2, transfiriéndose estos archivos posteriormente a un formato de publicación.

Los capítulos que integran el informe técnico final son los siguientes: Capítulo I: Características generales; Capítulo II: Aspectos del medio natural; Capítulo III: Génesis, taxonomía y cartografía de los suelos; Capítulo IV: Localización y descripción de las unidades cartográficas de suelos del departamento; Capítulo V: Clasificación de tierras por su capacidad de uso; Capítulo VI: Zonificación de tierras; Capítulo VII: Aplicaciones adicionales del levantamiento de suelos; Anexo A: Métodos y procedimientos del levantamiento de suelos; Anexo B: Descripción de los perfiles de réplica y de inclusión; Anexo C: Resultados de pruebas de infiltración y Anexo D: Glosario de términos utilizados.

Para asegurarse que la información que brinda la unidad cartográfica sea coherente con la información del capítulo de capacidad de uso y grupos de manejo y éste a su vez, sea coherente con el capítulo de zonificación de tierras y las aplicaciones correspondientes; el documento en formato borrador fue sometido a varias pruebas de coherencia y consistencia por medio de cruzar la información de la unidad cartográfica con la información del sistema de información geográfica; después de revisar y corregir el borrador del informe técnico final, el documento se envió a Colombia a la sede del IGAC para ser revisado por el personal técnico designado. Posteriormente se implementaron las correcciones sugeridas y se concluyó el informe técnico final.



5. BIBLIOGRAFÍA

ANALAB. 2010. Laboratorio Agrícola de Suelos, Plantas y Aguas. Asociación Nacional del Café – ANACAFÉ. Manual de Procedimientos. Versión 1. Guatemala. 100 p.

ARISTIZABAL, E.; MARTÍNEZ, H.; VÉLEZ, J.I. 2010. Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias. Rev. Acad. Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales .Vol. XXXIV. Número 131. Pág. 209-227.

CENGICAÑA. 1996. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Estudio Semidetallado de Suelos de la Zona Cañera del sur de Guatemala. Ingeniería del Campo Limitada. Guatemala. 353 p.

CENGICAÑA. 2011. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Manual de Métodos de Análisis del Laboratorio Agronómico. Versión 2. Escuintla. 44 p.

CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basado en la metodología Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2010. Metodologías para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. 62 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Manual de procedimientos para los levantamientos de suelos y tierras. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 10 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Normas y Especificaciones de los Levantamientos de suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 62 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2007. Manual de Campo para los Levantamientos de Suelos y Tierras. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 163 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2006. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. IGAC, Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia. Sexta Edición. 648 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1995. Suelos de Colombia. IGAC, Subdirección de Agrología. Bogotá. 632 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO).1990. Propiedades Físicas de los Suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá. 813 p.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1982. Química de suelos. IGAC. Bogotá. 321 p.

IGN (Instituto Geográfico Nacional Alfredo Obiols, GT). 1970. Mapa geológico de la República de Guatemala. Escala 1:500,000. Guatemala, color.

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



JRC (Joint Research Centre, European Comision). 2007. Scientific and technical reports: guidelines for mapping areas at risk on landslides in Europe. Proc. of the Expert Meeting held on 23-24. Oct. 2007.

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, ES). Proyecto Corine Land Cover. 2002. Detalle de la nomenclatura Corine Land Cover adaptada para El Salvador. MARN, Proyecto Corine Land Cover. 20 p.

MICIVI –INSIVUMEH (Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda; Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1990. Aspectos generales del clima: el clima de Guatemala. INSIVUMEH, Guatemala. 33 p.

MAGA-DIGEGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 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.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2009. Mapa de clasificación climática de la República de Guatemala, a escala 1:50,000, adaptado del sistema Thornthwaite – Memoria Técnica-. Sin publicar. 195 p.

MAGA-UPGGR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2006. Proyecto obtención de imágenes digitales a escala de detalle de la República de Guatemala, con resolución de 0.40 metros y escala aproximada de 1:20.000, 2006. MAGA, UPGGR. 18 p. más anexos.

NEIRA, F.; GABRIELS, D.; VERBIST, K.; LOBO, D. 2010. Assessment of rainfall aggressivity for Latin America and the caribbean countries. Univ. Gent. ONUECC. Programa Hidrológico Internacional. Cazalac. Int. Centre for Etemology.

PLASTER, E.J. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Editorial Paraninfo. España. 419 p.

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos, U.S.A. 147 p.

SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA. 2007. Boletín de Suelos. Los talpetates y su dinámica sobre la degradación y el riesgo ambiental: el caso del Glacís de Buenavista Morelos. Tomo LIX, No. 1, 2007.

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

SUMMER, M.E.; WETS, L.T.; LEAL, J.E. 1992. Estudio de suelos de la industria cafetalera de Guatemala: Región Sur. Departamento de Agronomía Universidad de Georgia – Asociación Nacional del Café –ANACAFE-. Guatemala. 211 p.

USSARTF (U.S. Task Forces). 2011. Deslizamientos (en línea). Consultado septiembre 2011. Disponible en <http://www.ussartf.org/landslides.htm>

Agradecimientos a:

***Pintura de la portada:
"Cadena de Volcanes del Lago de Atitlán"
Pintor: José Yojcom Cortéz***

***Fotografías de textiles típicos de Sololá
Lin Canola - Artesanías -
Museo Nacional de Arqueología y Etnología***

***Diseño de portada y contraportada
Marco González Esleker***