



Instituto Espacial
Ecuatoriano



Secretaría Nacional
de Planificación
y Desarrollo



Ministerio de
Agricultura, Ganadería,
Acuacultura y Pesca

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN QUEVEDO SUR

PROYECTO:

**“GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN
DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1: 25 000”**

GEOPEDOLOGÍA

Diciembre 2013

PERSONAL PARTICIPANTE

El desarrollo de este estudio demandó la participación de funcionarios del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y el Ministerio De Agricultura, Ganadería, Acuacultura Y Pesca (MAGAP) a través de la Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN), así como de profesionales contratados para este efecto, con amplia experiencia y conocimiento en geología, geomorfología, edafología, sensores remotos y sistemas de información geográfica.

Instituto Espacial Ecuatoriano:

Personal de nombramiento:

Ing. Agr. Julio Moreno
Ing. Agr. Lorena Lasso

Personal contratado:

Ing. Agr. Magaly Zurita Pozo
Ing. Agr. Darwin Sánchez Rodríguez
Ing. Agr. Rodrigo Yépez Villacís
Ing. Agr. Dario Díaz Tipantiza
Ing. Agr. Eduardo Machasilla
Ing. Agrop. Fausto Yerovi Santos
Ing. Agrop. David Reyes Pozo

MAGAP-CGSIN:

Ing. Agr. Edmundo Maldonado Cajas

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General	2
1.1.2. Específicos.....	2
II. METODOLOGÍA.....	2
2.1. Términos de referencia	2
2.2. Aspectos conceptuales.....	2
2.2.1. Definición de términos.....	2
2.2.1.1. Suelo.....	2
2.2.1.2. Levantamientos de suelos	3
2.2.1.3. Pedón.....	3
2.2.1.4. Polipedón.....	3
2.2.1.5. Suelos enterrados	3
2.2.1.6. Unidad cartográfica o de mapeo.....	3
2.2.1.7. Áreas misceláneas	4
2.2.1.8. Unidad cartográfica homogénea.....	4
a. Consociaciones	4
b. Grupos Indiferenciados	5
2.2.1.9. Unidad cartográfica compuesta o heterogénea.....	5
a. Asociaciones y Complejos.....	5
2.2.1.10. Inclusiones.....	5
2.2.2. El sistema USDA (<i>Soil Taxonomy</i>).....	6
2.3. El Enfoque geo-pedológico.....	6
2.3.1. Definición	7
2.3.2. El enfoque geopedológico comparado con otros enfoques	8
2.4. Etapas metodológicas.....	8
2.4.1. Etapa 1: Recopilación de información	8
2.4.2. Etapa 2: Cartografía geomorfológica	9
2.4.2.1. Estructura de la leyenda geomorfológica	9
a. Unidad ambiental	9
b. Unidad genética	9
c. Morfología	10
d. Morfometría.....	10
2.4.2.2. Proceso de fotointerpretación digital.....	10
a. Ajuste de bloques para fotointerpretación.....	11
b. Fotointerpretación	11
2.4.3. Etapa 3: Caracterización climática del suelo	12
2.4.3.1. Cartografía climática	12
2.4.3.2. Cartografía del régimen climático del suelo	12
2.4.4. Etapa 4: Levantamiento de suelos	13
2.4.4.1. Recopilación de información secundaria	16
a. Mapa Geomorfológico	16
b. Cartografía PRONAREG-ORSTOM.....	16
c. Modelo digital de elevación (MDE)	16
d. Cartografía base.....	16
e. Imágenes de satélite	17
f. Selección de los sitios de muestreo.....	17
2.4.4.2. Trabajos de campo.....	17
a. Programación precampo.....	17
b. Descripción de los perfiles	17

c.	Tipo de observaciones.....	18
d.	Observaciones en calicata	18
e.	Observaciones detalladas y/o barrenaciones de comprobación	18
f.	Toma de muestras de suelos en calicata.....	18
2.4.4.3.	Análisis de laboratorio	19
a.	Tipos de análisis de laboratorio	19
a.1.	Tipo A.....	19
a.2.	Tipo B	19
a.3.	Tipo S.....	19
a.4.	Tipo F1	19
b.	Interpretación de los datos de laboratorio	19
2.4.4.4.	Procesamiento de datos.....	20
a.	Fichas de campo	20
b.	Interpretación de las 14 variables de suelo	21
2.4.4.5.	Cartografía definitiva.....	21
a.	Generación del mapa geopedológico	21
b.	Cartografía definitiva	21
c.	Metadatos	21
d.	Mapa impreso (Layout)	22
e.	Leyenda geopedológica	22
e.1.	Unidad ambiental.....	22
e.2.	Tipo de roca y/o depósito superficial.....	22
e.3.	Forma del relieve (unidad morfológica y pendiente)	22
e.4.	Características.....	23
e.5.	Clasificación taxonómica (subgrupo y clave).....	23
e.6.	Simbología (número, color y tramado).....	23

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 24

3.1. Descripción de los subgrupos taxonómicos de suelos 24

3.1.1.	Piedemonte andino	25
3.1.1.1.	Depósitos coluvio aluviales.....	25
a.	Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 1	25
b.	Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 2	26
3.1.2.	Llanura aluvial antigua	27
3.1.2.1.	Formación Pichilingue	27
a.	Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 3	27
b.	Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 4	28
c.	Mollic Paleudalfs (JEGU): Símbolo 5	29
d.	Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 6	29
e.	Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 7	30
f.	Humic Dystrudepts (KGEU): Símbolo 8	31
g.	Dystric Eutrudepts (KGDR): Símbolo 9	32
h.	Andic Hapludolls (IHFE): Símbolo 10.....	33
i.	Oxic Argiudolls (IHDR): Símbolo 11	33
j.	Andic Hapludalfs (JEJG): Símbolo 12.....	34
k.	Inceptic Hapludalfs (JEJZa): Símbolo 13.....	35
l.	Mollic Paleudalfs (JEGU): Símbolo 14	35
m.	Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 15.....	36
n.	Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 16	36
o.	Andic Hapludolls (IHFE): Símbolo 17.....	37
p.	Typic Paleudalfs (JEGV): Símbolo 18.....	38
q.	Typic Paleudalfs (JEGV): Símbolo 19.....	38
r.	Inceptic Hapludalfs (JEJZa): Símbolo 20.....	39
s.	Vertic Paleudalfs (JEGA): Símbolo 21	40
t.	Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 22.....	40
u.	Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 23	41

3.1.3.	Medio aluvial.....	42
3.1.3.1.	Depósitos aluviales.....	42
a.	Oxyaquic Udifluvents (LDFF): Símbolo 24.....	42
b.	Vertic Eutrudepts (KGDD): Símbolo 25.....	43
c.	Typic Eutrudepts (KGDV): Símbolo 26.....	44
d.	Fluventic Dystrudepts (KGEQ): símbolo 27	44
e.	Typic Endoaquepts (KAJK): Símbolo 28.....	45
f.	Dystric Fluventic Eutrudepts (KGDO): Símbolo 29	45
g.	Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 30	46
h.	Aquic Eutrudepts (KGDK) Símbolo 31	47
i.	Andic Udifluvents (LDFC) Símbolo 32	47
3.1.4.	Tierras misceláneas	48
3.2.	Resumen órdenes de suelos.....	48
3.2.1.	Perfiles.....	49
3.2.2.	Localización y Superficies	49
3.2.2.1.	Inceptisoles.....	50
3.2.2.2.	Alfisolos.....	51
3.2.2.3.	Andisoles	52
3.2.2.4.	Molisolos.....	52
3.2.2.5.	Entisoles	53
IV.	CONCLUSIONES.....	55
V.	RECOMENDACIONES.....	56
VI.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	57
VII.	ANEXOS	63

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1.	Tipos de análisis de laboratorio de suelos	20
Cuadro 3.1.	Órdenes de suelos en el cantón Quevedo Sur.....	49
Cuadro 3.2.	Inceptisoles en el cantón Quevedo Sur.....	50
Cuadro 3.3.	Alfisoles en el cantón Quevedo Sur	51
Cuadro 3.4.	Andisoles en el cantón Quevedo Sur	52
Cuadro 3.5.	Molisoles en el cantón Quevedo Sur.....	53
Cuadro 3.6.	Entisoles en el cantón Quevedo Sur.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.	Modelo conceptual para elaborar la cartografía geopedológica.....	15
Figura 3.1.	Ubicación geográfica de órdenes de suelos	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1.	Porcentaje de ocupación de los suelos a nivel de Orden.....	49
---------------------	---	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Glosario de términos técnico de suelos.	63
Anexo 2.	Unidades de suelos y equivalencias.	73
Anexo 3.	Fichas de suelos	74

I. INTRODUCCIÓN

En el marco de la ejecución del proyecto generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel Nacional, escala 1: 25 000, que se realiza bajo la coordinación y soporte de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo -SENPLADES-, convenio interinstitucional de Cooperación suscrito el 12 de diciembre del 2008, está considerado el estudio Geopedológico que se lo desarrolla con la participación del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), y el Ministerio De Agricultura, Ganadería, Acuacultura Y Pesca (MAGAP) a través de la Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN), como insumo para la gestión territorial, gestión de riesgo y mejoramiento y sostenibilidad de la productividad agraria.

El Proyecto fue declarado prioritario por el gobierno nacional, en consideración a la necesidad de contar con información fundamental actualizada, sobre aspectos geológicos, edáficos, hidrológicos, climáticos y socioeconómicos, importantes para el desarrollo del país. A nivel municipal esta información se utilizará en los procesos de planificación, ordenamiento territorial y catastro rural. Además proporciona información valiosa para generar proyectos de prefactibilidad para riego, drenaje, zonificación biofísica, proyectos de ingeniería e infraestructura.

Es importante desarrollar estos estudios ya que los parámetros físicos obtenidos nos permiten desarrollar estudios enfocados en conservación y manejo del recurso suelo, ya que este interviene en el ciclo de agua y de los elementos y de él depende entender la fertilidad, aspectos físicos, químicos y microbiológicos, su vocación de uso y adecuadas prácticas de manejo.

El nivel de estudio de suelos realizados a escala 1: 25 000 (semidetallado), está fundamentado en el "Enfoque Geopedológico", basado en la alta correlación que existe entre la geomorfología (formas del relieve) y el suelo, lo cual permite caracterizar los tipos de suelos, con el objetivo de actualizar y estandarizar la información que existe sobre este tema en el país.

Para la generación de la información, se dispone de los insumos tales como: fotografías, cartografía base, modelo digital del terreno (DTM), información secundaria y la utilización de los sistemas de información geográfica. Para la clasificación taxonómica de los suelos identificados se toma en consideración los criterios de la *Soil Taxonomy* (*Soil Survey Staff*, 2006).

El Cantón Quevedo Sur, está ubicado en la parte norte de la provincia de los Ríos, limita al norte con el cantón Valencia, Buena Fe; al sur con Mocache y Ventanas; este con Quisaloma; al oeste Empalme.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Generar, actualizar y estandarizar con enfoque sistémico a nivel semidetallado, información de carácter geomorfológico y geo-pedológico del cantón Quevedo Sur escala 1: 25 000, como elementos fundamentales que coadyuven a la gestión territorial, sostenibilidad y mejoramiento de la productividad agraria.

1.1.2. Específicos

- Generar cartografía geomorfológica del cantón Quevedo Sur mediante técnicas de fotointerpretación, como insumo para levantamientos de suelos, que incluya la génesis, morfología, morfometría, de cada forma del relieve.
- Realizar el levantamiento de suelos del cantón Quevedo Sur, considerando sus aspectos morfológicos, físicos y químicos, usando el Sistema Norteamericano de Clasificación de Suelos (*Soil Taxonomy*), en base a la cartografía geomorfológica generada.

II. METODOLOGÍA

2.1. Términos de referencia

- Área de estudio: Territorio nacional continental.
- Unidad de estudio: Cantón.
- Escala: 1: 25 000.
- Nivel de Estudio: Semidetallado.
- Unidad mínima de mapeo: 4 mm x 4 mm.
- Sistema espacial de referencia: SIRGAS 95, época 1995.4 UTM Zona 17 Sur y la corresponda cada cantón.
- Formato digital de entrega: *.gdb.
- Sistema de Clasificación Taxonómica: *Soil Taxonomy*, 2006.
- Categorización: Subgrupos.
- Perfiles representativos: un perfil modal por unidad morfológica o forma de relieve.
- Barrenaciones: para comprobación.
- Análisis de laboratorio: específicos para clasificación según (*Soil Survey Staff*, 2006).

2.2. Aspectos conceptuales

2.2.1. Definición de términos

2.2.1.1. Suelo

El suelo forma un sistema abierto a la atmósfera y la corteza que almacena de forma temporal los recursos necesarios para los seres vivos. La disponibilidad de estos recursos (agua, energía, nutrientes minerales, etc.) depende de la intensidad y velocidad de los procesos de intercambio entre el suelo y el resto de compartimentos de los sistemas ecológicos (Jordán, 2010).

Según la *Soil Taxonomy* (*Soil Survey Staff*, 1999), suelo es un cuerpo natural compuesto de sólidos (minerales y materia orgánica), líquido y gas que ocurre sobre la superficie de la tierra, ocupando espacio y es caracterizado por uno o varios horizontes o capas, que son distinguibles desde el material inicial y resultando en adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia, o de la habilidad de soportar raíces de plantas en ambiente natural. El límite más bajo que separa el suelo del "no suelo" es muy difícil de definir, se ha atribuido a la actividad biológica y es a menudo muy gradual.

2.2.1.2. Levantamientos de suelos

El levantamiento de suelos es un estudio que nos permite conocer la distribución geográfica del recurso suelo en el territorio a diferentes niveles de detalle, de acuerdo con los propósitos buscados, es decir describir las características y propiedades de los suelos en un área determinada, clasificar el suelo y situar sus límites en un mapa; para de este modo tomar decisiones más fundamentadas al asignar usos a los suelos, con el propósito de evitar errores, disminuyendo costes económicos, sociales, políticos y medioambientales (Porta *et al.*, 2003).

2.2.1.3. Pedón

El pedón es un cuerpo tridimensional de suelo (unidad mínima de descripción y muestreo), cuyas dimensiones laterales son suficientes para permitir el estudio de las formas de los horizontes, naturaleza, disposición, variabilidad y relaciones de los horizontes de un suelo individual (Porta, 2005).

2.2.1.4. Polipedón

Se define como un grupo de pedones similares y continuos que tienen propiedades que oscilan dentro de los límites de las propiedades conceptuales de una serie de suelos y que por su extensión puede tener representación cartográfica en mapas de suelo a escala grande (Malagón, 1983).

2.2.1.5. Suelos enterrados

Un suelo enterrado es aquel que es cubierto con un manto de nuevo material de suelo que tiene 50 cm o más de grosor, o va de 30 a 50 cm de grosor cumpliendo con tener al menos la mitad del total del grosor del horizonte diagnóstico que es preservado del suelo enterrado. Un manto superficial de nuevo material es definido en gran medida como material inalterado (*Soil Survey Staff*, 1999).

2.2.1.6. Unidad cartográfica o de mapeo

Una unidad de mapeo de un mapa tipo "área-clase" es un juego de delineaciones, todas supuestamente compuestas por las mismas propiedades exceptuando su posición geográfica. Se requiere la capacidad de nombrar las unidades de manera consistente, de forma que los usuarios puedan entender dicha nomenclatura (Rossiter, 2000).

Porta (2003), afirma que una unidad cartográfica se delimita en gran medida por inferencia a partir de un reducido número de observaciones y muestreos en un paisaje edáfico, si bien suficientes para permitir establecer relaciones suelo-paisaje consistentes: modelo de organización y distribución de los suelos.

A las unidades de mapeo se las ha clasificado como homogéneas y compuestas, esto se refiere a la composición interna de la unidad de mapeo, estos términos son relativos a un sistema de clasificación específico, listado de propiedades y sus límites diagnósticos. Es decir, una unidad cartográfica o de mapeo "homogéneo" de un mapa categóricamente general puede ser lo mismo que una unidad de mapeo "compuesta" de un mapa categóricamente detallado, es decir que depende del nivel de detalle del levantamiento.

2.2.1.7. Áreas misceláneas

Muchas áreas no poseen suelo o son muy poco profundos, en consecuencia soportan poca a muy poca vegetación, áreas que no tienen mayor uso, el afloramiento rocoso es ejemplo de ello. Los nombres en áreas misceláneas son utilizados de la misma manera que los nombres de la taxonomía de suelos al identificar las unidades cartográficas (*Soil Survey Staff*, 1993).

2.2.1.8. Unidad cartográfica homogénea

Cuando todas las observaciones realizadas dentro de una delimitación (unidad de mapeo) tienen las mismas características, mismo nivel jerárquico y de clasificación de suelo recibe el nombre de unidad homogénea.

Con el propósito de interpretación se asume que las unidades de mapeo homogéneas tienen los mismos valores para todas las características de la tierra (p.e. Evaluación de tierras), valores que se encuentran en rangos de variabilidad, pero esos rangos son aceptables pero no idénticos.

a. Consociaciones

Las consociaciones son áreas delimitadas dominadas por un taxón simple y suelos similares. La regla principal es que al menos la mitad de los pedones de cada delimitación de consociación de suelos posea los componentes que sirvieron para caracterizar esa unidad de suelo (*Soil Survey Staff*, 1993).

Las inclusiones disimilares de una unidad cartográfica no deben exceder del 15 al 25 % del total del área delimitada. Una inclusión disimilar limitante generalmente no debe exceder del 10% del total de la unidad, siempre y cuando esta inclusión sea muy contrastante.

Las consociaciones son denominadas según el taxón dominante a cualquier nivel categórico y siempre en plural.

b. Grupos indiferenciados

Este término se lo utiliza solo con fines de interpretación, ya que pueden existir en una unidad cartográfica varios tipos de suelos que finalmente interpretan lo mismo para todos los usos de la tierra anticipados. Cabe mencionar que los componentes no ocurren juntos en un patrón consistente en cada delineación.

2.2.1.9. Unidad cartográfica compuesta o heterogénea

Si dentro de la delineación existen áreas significativas de más de una clase de suelo contrastante, diferentes ubicaciones dentro de una unidad de mapeo pueden clasificarse como suelos diferentes al nivel de clasificación, utilizando el nombre de dicha unidad. Este tipo de unidad de mapeo está constituido por 2 o más constituyentes "homogéneos".

Es decir que existe una combinación de cuerpos de suelos y tierras misceláneas que no pueden ser delimitadas separadamente a la escala del levantamiento que se está ejecutando. Esto suele darse cuando el patrón de distribución de los suelos es tan intrincado que no permite identificar los diferentes constituyentes (*Soil Survey Staff*, 1993).

a. Asociaciones y complejos

Consisten en 2 o más componentes disimilares que se dan en un patrón regular repetido. Únicamente la siguiente regla que ha sido puesta de manera arbitraria para determinar la diferencia entre complejo y asociación. Es decir que si los componentes pueden ser mapeados separadamente a una escala grande (menor a 1: 24 000) se denomina Asociación y si los componentes no pueden ser mapeados separadamente a una escala grande (mayor a 1: 24 000) se denomina Complejo (*Soil Survey Staff*, 1993).

2.2.1.10. Inclusiones

Se ha demostrado que en realidad casi no existen unidades de mapeo verdaderamente homogéneas a niveles categóricos de detalle y semi-detalle, sin embargo se puede mantener una distinción entre unidades "predominantes" homogéneas y unidades compuestas verdaderas, con el concepto de inclusiones (Rossiter, 2000).

Otros autores definen a la inclusión o impureza como una superficie demasiada pequeña que no puede ser representada a la escala del mapa, y que a escalas grandes no llegan a superar un 15 a 20 % de la superficie de la unidad cartográfica representada. En ocasiones la inclusión reduce la homogeneidad de la unidad de mapeo y puede afectar la interpretación.

2.2.2. El sistema USDA (*Soil Taxonomy*)

El *Soil Survey Manual* (1993), recomienda que los nombres para las unidades de mapeo deban ser cortos y prácticos, razón por la cual algunos países han adaptado una nomenclatura local a veces complicada, otras veces sencilla o simplemente a un tipo de simbología.

Para nuestro país se tomó la alternativa de usar la taxonomía de suelos directamente como la leyenda de mapeo, en otras palabras, los nombres de las unidades de mapeo vienen directamente de los nombres de la Taxonomía de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), con unas mínimas adaptaciones y siguiendo las reglas del Manual de Levantamiento de Suelos de los Estados Unidos.

Para el levantamiento de suelos se requiere un sistema de clasificación monotaxón, por ello se ha optado por el sistema norteamericano *Soil Taxonomy*, el mismo que permite: Primero, la definición de cada taxón debe tener en lo posible el mismo significado para cada usuario, la idea es que sea operacional.

Segundo: La taxonomía de suelos es un sistema multicategórico, algunos taxas son necesarios para la clasificación de algunas categorías de menor jerarquía, porque algunas propiedades son importantes que sean usadas para ciertos suelos. Tercero, la taxa representa cuerpos reales conocidos, que ocupan áreas geográficas. Ya que los pedólogos deben mapear la información generada en campo.

La Taxonomía de Suelos es un sistema de clasificación jerárquico, una vez que un suelo es clasificado en la categoría más alta, se queda ahí y pasa al siguiente nivel jerárquico: Orden, Suborden, Gran Grupo, Subgrupo, Familia y Serie. Pero a pesar que la Serie es el nivel jerárquico más bajo, aun así es un sistema. Un ejemplo de ello es Orden: Molisol, Suborden: Udolls, Gran grupo: Hapludolls, Subgrupo: Typic Hapludolls.

2.3. El Enfoque geo-pedológico

Los aspectos más importantes para la justificación del uso de este enfoque lo explica claramente el Edafólogo Ing. Luis Mejía Vallejo en su documento "Manual para el Levantamiento Semidetallado de Suelos en la Cuenca del Río Guayas", donde da relevancia a las varias experiencias que ha tenido el estado ecuatoriano al ejecutar proyectos de este tipo y nivel de detalle, concluyendo que el alto costo y el tiempo son las principales variables al seleccionar un método.

Comenta además que con las experiencias ya aplicadas en países latinoamericanos como México, se han estructurado propuestas metodológicas de bajos costos y tiempos, como lo es el levantamiento de recursos naturales bajo el enfoque fisiográfico.

Finalmente, por la necesidad del proyecto, se ha adaptado de la metodología original de un enfoque fisiográfico a un Enfoque Geo-Pedológico, con un tipo de muestreo dirigido, lo que permite realizar una caracterización de suelos con el detalle necesario para cumplir con los estándares de una cartografía 1: 25 000, bajar los costos del levantamiento de suelos, con el mismo criterio de utilizar el

perfil de suelo como base de análisis y el uso intensivo de la fotointerpretación para identificar las unidades morfológicas.

2.3.1. Definición

La geopedología es una disciplina que tiene que ver con la integración de dos disciplinas afines, por un lado, la geomorfología y por otro la pedología (ésta última conocida más comúnmente como edafología en la escuela anglosajona). En realidad, las relaciones entre la geomorfología y la pedología son inherentes, por lo que separar estos dos elementos naturales se convierte en algo muy difícil, por el hecho de que para entender los procesos de formación de suelos se tiene que tener un profundo conocimiento de su contexto geomorfológico (Birkeland, 1999, citado por López, 2005).

Por lo tanto, la geopedología involucra al estudio de los suelos y la geomorfología orientado hacia un enfoque multidisciplinario aplicado (Farshad, 2003 citado por López, 2005).

La geopedología definida por Zinck (1988), es la integración de la geomorfología y la pedología usando como herramienta a la primera para mejorar y acelerar los levantamientos de suelos y para implementar un modelo espacial para el estudio de los suelos y todas sus relaciones posibles con el paisaje. La integración de la geomorfología y la pedología se basa en las relaciones conceptuales, metodológicas y operativas de ambas disciplinas (Zinck, 1988; Farshad, 2003 citado por López, 2005).

Por lo tanto, los principales objetivos de la geopedología son el ordenar, organizar y clasificar, empleando un sistema con estructura taxonómica, los suelos en su expresión geomorfológica sobre la superficie de la Tierra (Zinck, 1988, citado por López, 2005). Otra contribución del enfoque geopedológico es el estratificar al paisaje en áreas homogéneas para diferentes propósitos, como la evaluación de tierras por ejemplo, donde los suelos son el elemento central.

Rossiter, 2000, en el texto "Metodologías para el Levantamiento del Recurso Suelo del ITC", manifiesta que este enfoque puede ser utilizado para cubrir áreas grandes rápidamente, especialmente si la relación geomorfología-suelos es cercana. Esto depende de 2 hipótesis:

- Los límites dibujados a través del análisis del paisaje separan la mayor variación en los suelos, siempre y cuando el mapeador haya interpretado bien las unidades y que los factores formadores del suelo: material parental, relieve y tiempo sean dominantes y la vegetación y el clima se los deja como secundarios en esta etapa.
- Las áreas de muestreo deben ser representativas y el patrón de suelo puede ser confiable y extrapolado a otras unidades de mapeo no visitadas.

El método geopedológico opera a través de un sistema el cual comprende seis niveles jerárquicos: Unidad Ambiental, Litología, Origen, Morfología, Morfometría y

Subgrupo taxonómico USDA *Soil Taxonomy*. Estos diferentes niveles se utilizan para fragmentar al espacio geográfico a partir de su expresión geomorfológica y de acuerdo a sus rasgos homogéneos los cuales permiten establecer áreas semejantes y que derivarán en unidades geopedológicas.

Uno de las principales ventajas que presenta este enfoque es que se simplifica la construcción y estructuración de la leyenda, y como sistema jerárquico, una vez que las líneas son dibujadas a un nivel categórico, ellas se mantienen, incluso si los suelos en las unidades adyacentes tienen la misma clasificación. Esto se debe a las muchas interpretaciones que están relacionadas a las "geoformas".

El enfoque geo-pedológico se ha adaptado para el estudio a semi-detalle (escala 1: 25 000), esto porque el material y herramientas utilizadas cumplen con las especificaciones necesarias para cubrir los estándares cartográficos de precisión.

Todos los sistemas de clasificación tienen como objetivo catalogar sistemáticamente un conjunto o grupo de objetos que pertenecen al mismo universo, y para el caso específico de la geopedología, esos objetos son las geoformas y los suelos. Consiguientemente, en todas las geoformas, el nivel jerárquico mínimo, y el tipo (o tipos) de suelo son los individuos dentro del universo geomórfico y pedológico respectivamente (Farshad, 2003, citado por López, 2005).

2.3.2. El enfoque geopedológico comparado con otros enfoques

La leyenda geo-pedológica es estructurada de acuerdo a 6 niveles jerárquicos, esto contrasta con la forma libre del enfoque fisiográfico en el análisis de los elementos, el cual busca combinaciones únicas de estos, sin una estructura de leyenda rígida. Algunas veces puede parecer que el enfoque geopedológico está forzando una estructura que está en ventaja con el análisis fisiográfico local (Rossiter, 2000).

2.4. Etapas metodológicas

2.4.1. Etapa 1: Recopilación de información

Esta fase comprende la revisión, análisis y evaluación de la información disponible sobre los levantamientos de suelos, amenazas geológicas y erosión realizados en el país, a efectos de analizar sus características y establecer su compatibilidad con las especificaciones técnicas aplicables a los propósitos del presente estudio.

Además, se preparan los insumos básicos: fotografía, cartografía base, MDT, y se recopila la información secundaria referencial, principalmente para el proceso de fotointerpretación.

Una salida de campo de reconocimiento resulta de importancia para conocer en forma general las características de la zona a intervenir.

2.4.2. Etapa 2: Cartografía geomorfológica

Corresponde el primer y más importante requisito para la elaboración de la cartografía temática de suelos, ya que sobre este mapa se volcará toda la información edáfica que caracteriza a todas y cada una de las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio.

Esta cobertura temática, consta en su leyenda de datos necesarios para la caracterización de los suelos que se encuentren dentro de cada unidad geomorfológica (forma de relieve) como son: unidades ambientales, génesis, tipo de roca o depósito superficial, morfología, morfometría, morfodinámica; que representan información de relevancia para entender la dinámica de los suelos y la interacción entre los diferentes factores de formación del mismo.

2.4.2.1. Estructura de la leyenda geomorfológica

Las unidades geomorfológicas se encuentran enmarcadas dentro de una apreciación macro que inicia con la identificación de la Unidad Ambiental y la Unidad Geológica con las cuales está muy estrechamente relacionado; dentro de la caracterización de cada geoforma, se describe su origen, su morfología y morfometría.

a. Unidad ambiental

Son áreas homogéneas por sus características físicas, bióticas y por su relación con procesos ecológicos donde el fundamento es la interrelación o articulación de los elementos: relieve, tipo de roca, suelos, vegetación y uso del suelo. El paisaje no es la simple suma de elementos geográficos separados, sino que es el resultado de las combinaciones dinámicas, a veces inestables de elementos físicos, biológicos y antropológicos, que concatenados hacen del paisaje un cuerpo único, indisociable, en perpetua evolución (Winkell, 1997). Cada unidad ambiental está ligada a la presencia de ciertas formas del relieve.

b. Unidad genética

Se refiere al proceso responsable de la creación de la forma del relieve.

Unidad genética	Cód.
Denudativo	Den
Deposicional o acumulativo	Dep
Deposicional erosivo	DepE
Estructural	Est
Tectónico marino	TecM
Marino y Fluvio Marino	MFI
Tectónico erosivo	Tec
Volcánico	Vol
Glaciar	Glc

Fuente: IEE, 2012.

c. Morfología

Describe los aspectos cuantitativos y cualitativos de la forma del relieve. Unidad morfológica define el tipo de la forma del relieve a través de un nombre representativo, enmarcado en el análisis de las características de la unidad ambiental.

Unidad morfológica	Cod
Valle fluvial	Va
Valle indiferenciado	Vi
Terraza baja y cauce actual	Tb
Terraza media	Tm
Terraza alta	Ta
Terrazas indiferenciadas	Ti
Superficie de cono de deyección reciente	Cy
Superficie de cono de deyección antiguo	Cds
Abrupto de cono de deyección antiguo	Cda
Superficie de cono de esparcimiento	Ces
Nivel plano	Nb
Nivel ondulado con presencia de agua	Na
Nivel ligeramente ondulado	No
Dique o banco aluvial	D
Meandro abandonado	M
Superficie poco disectada	L1
Superficie disectada	L2
Superficie muy disectada	L3
Depresión de decantación	Dc
Coluvión reciente	Cr
Coluvión antiguo	Can
Coluvio aluvial reciente	Cv

Fuente: IEE, 2012.

d. Morfometría

Corresponde al análisis cuantitativo del relieve, es decir que toma en cuenta los aspectos medibles de la descripción de la morfología. Las variables morfométricas deben estar acordes con los datos que provee el MDT.

2.4.2.2. Proceso de fotointerpretación digital

El proceso de interpretación geomorfológica, se lo ejecutará mediante el Sistema de Fotointerpretación Digital 3D recientemente adquirido, el cual tiene como innovación la posibilidad de realizar en un solo proceso, el ajuste fotogramétrico de bloques, la fotointerpretación per se, la digitalización y la codificación de las unidades.

a. Ajuste de bloques para fotointerpretación

El proceso de elaboración de bloques inicia a partir de las imágenes fuente, las fotografías aéreas; en el software LPS Core, se crea un bloque fotogramétrico, el mismo que debe ser orientado interna y externamente, dentro del proceso de orientación externa se realiza la medición de puntos de control (GCP), luego se generan los puntos de enlace que son puntos complementarios necesarios para el ajuste del bloque.

Una vez obtenidos los parámetros de orientación interna y externa se realiza la aerotriangulación, si el reporte de precisión es menor o igual a 2 pixeles, el bloque está ajustado y aprobado para la fotointerpretación.

b. Fotointerpretación

Es la técnica que permite la obtención de información primaria, bajo la premisa de que los aspectos geológicos: tipo de roca, depósitos superficiales, tectónica; aspectos geomorfológicos: morfología, morfometría, morfodinámica; aspectos hidrográficos: densidad, forma del drenaje; uso del suelo; movimientos en masa; infraestructura, etcétera; son claramente identificables y susceptibles de ser analizados a través de la observación estereoscópica. La misma se fundamenta en conocimientos integrales que posibilitan un análisis sistémico de manera contextual. La finalidad es llegar al entendimiento de la existencia de cada unidad, sus características y su relación con las unidades que la rodean, ya que en el espacio geográfico todas las variables se interrelacionan en un sistema ordenado y coherente.

La interpretación estereoscópica de las fotografías aéreas se realiza por línea de vuelo (bloque ajustado), fundamentada en el estudio profundo de la zona de estudio y tomando en cuenta toda la información recopilada para obtener un producto consistente y de calidad. La unidad mínima de mapeo corresponde a 1 ha.

El proceso de fotointerpretación digital cubre los siguientes pasos:

- Estudio y definición unidades ambientales, de acuerdo al libro y mapa "Los Paisajes Naturales del Ecuador" de A. Winckell (1997a), que proveen un marco general para la interpretación ya que determina la variabilidad de las formas del relieve que pueden encontrarse en su interior, relacionadas con su génesis, material parental y otras características, en base a un análisis sistémico. Adicionalmente se debe tener el conocimiento de la litología, tectónica y evolución geológica general del área a estudiar.
- Organización preliminar: determinación de responsabilidades por intérprete y de mecanismos de coordinación para el avance de la fotointerpretación digital de cada uno de los bloques ajustados.
- Demarcación de la red de drenaje: es importante para la determinación del tipo de roca.

- Definición de la unidad morfológica y caracterización de las variables geomorfológicas y geológicas (descritas a continuación). La asignación a la forma del relieve y del tipo de roca se basa en el patrón y densidad del drenaje y en los datos geológicos y geomorfológicos secundarios recopilados.
- Ingreso de las variables en la base de datos.
- Definición de puntos para visita en campo en los sitios donde existen problemas en la delimitación o caracterización.
- Empate entre bloques interpretados y obtención de un mapa preliminar.

2.4.3. Etapa 3: Caracterización climática del suelo

En esta fase se identifica y delimita las unidades espaciales que representen las zonas climáticas de humedad y temperatura al interior del área de estudio. Esta información permite la caracterización más completa del régimen climático del suelo a través de dos parámetros fundamentales: los regímenes de humedad y temperatura, con base en los rangos definidos en el *Soil Taxonomy*, que fueron ajustados al medio ecuatoriano durante las investigaciones y estudios de levantamientos de suelos realizados a nivel nacional por el PRONAREG-ORSTOM (1980 y 1984).

2.4.3.1. Cartografía climática

El procedimiento empleado para la elaboración de la cartografía climática es el siguiente:

- Transferencia de la información cartográfica secundaria

La información de zonas climáticas definidas por PRONAREG/ORSTOM (1983), son transferidas a la cartografía base.

Dada la diferencia de escalas, en el proceso de transferencia de información secundaria, se producen distorsiones en cuanto a la delimitación precisa de las unidades climáticas transferidas al mapa base; por tanto, es necesario realizar afinamientos en los límites de las unidades climáticas para que éstos se vayan ajustando al detalle que presenta la cartografía base, con lo cual se obtiene una definición más correcta de las zonas climáticas. Como soporte para el ajuste cartográfico climático se corre modelos digitales que permiten obtener isolíneas de precipitación (isoyetas) y de temperatura (isotermas) con series meteorológicas actualizadas.

2.4.3.2. Cartografía del régimen climático del suelo

El proceso de cartografía consiste en relacionar las zonas climáticas con los regímenes de humedad y de temperatura del suelo, en base a dos criterios de sustento:

Relación del volumen total anual de lluvias con el régimen de humedad del suelo, el cual es complementado con la comprobación en campo del estado de humedad de la sección de control del suelo.

Relación entre la temperatura media ambiental y la temperatura media del suelo a 50 cm de profundidad. Se define una diferencia de 1 °C entre la temperatura media anual ambiental (tmaa) y la temperatura media anual del suelo (tmas) a 50 cm, es decir (Porta et al., 2003):

$$tmas = tmaa + 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Esta fórmula será corroborada, con toma datos de campo, tanto a nivel de suelo como ambiental.

2.4.4. Etapa 4: Levantamiento de suelos

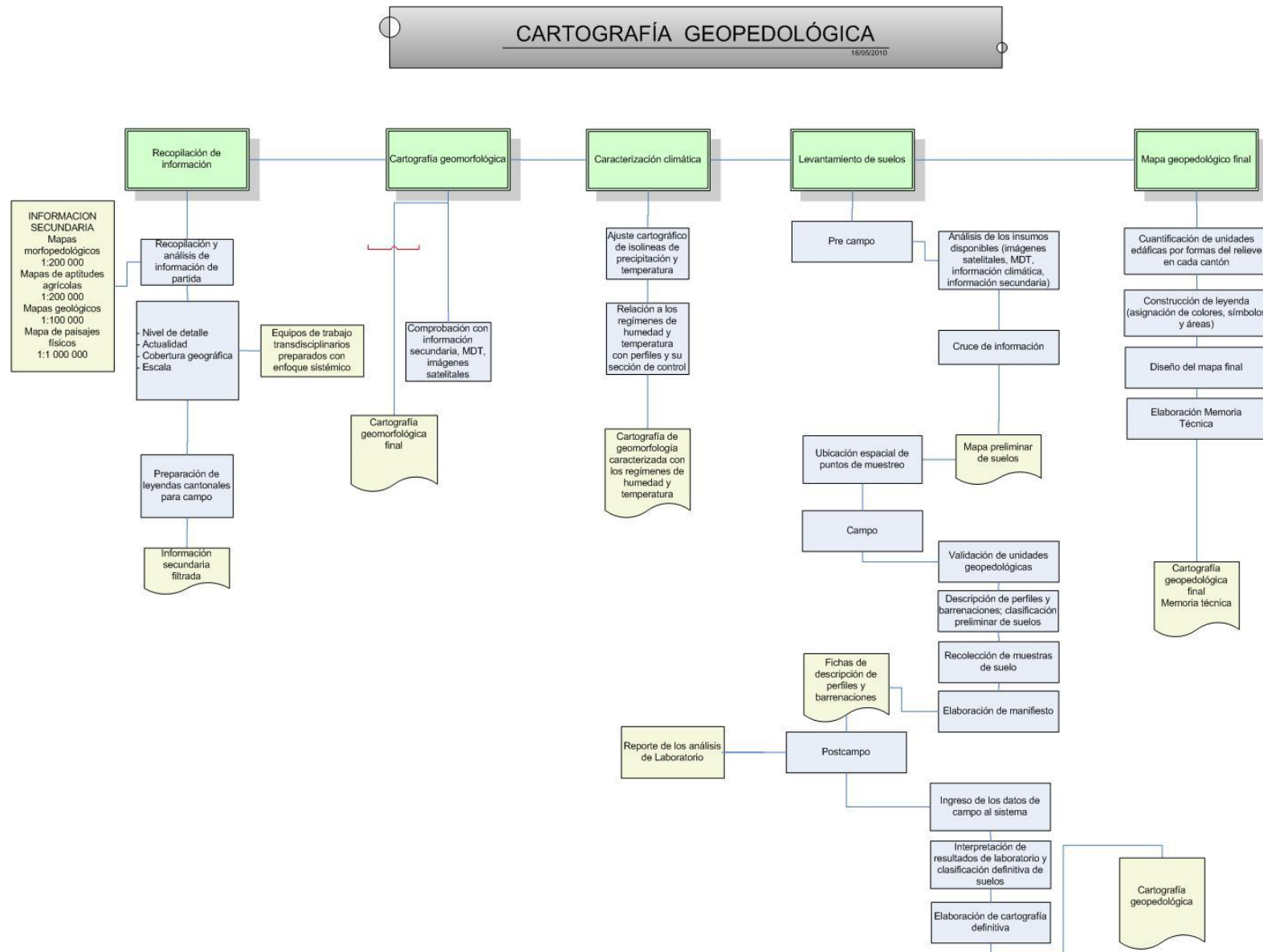
El método adoptado y direccionado a un enfoque geopedológico (Rossiter, 2000), comprende cuatro niveles: Unidades ambientales, unidades morfológicas, tipo de roca o depósito superficial, y caracterización de los suelos a nivel de subgrupo taxonómico de acuerdo al *Soil Taxonomy* y las claves para la taxonomía de suelos (*Soil Survey Staff*, 2006). Estos diferentes niveles se utilizan para fragmentar al espacio geográfico a partir de su expresión geomorfológica y de acuerdo a sus rasgos homogéneos, los cuales permiten establecer áreas semejantes y que derivarán en unidades geopedológicas.

La metodología utilizada en el marco del proyecto, se explica brevemente a continuación, según los niveles del sistema del enfoque geo-pedológico (adaptado de Rossiter, 2000).

1. Identificación de las unidades ambientales (nivel 1 de jerarquía), que son áreas homogéneas, caracterizadas por propiedades físicas, bióticas y por su relación con procesos ecológicos; entendidos como la interrelación o articulación de los elementos: relieve, tipo de roca o depósitos superficiales, suelos, uso del suelo y vegetación. El paisaje no es la simple suma de elementos geográficos separados, sino que es el resultado de las combinaciones dinámicas, a veces inestables de elementos físicos, biológicos y antropológicos, que concatenados hacen del paisaje un cuerpo único, indisociable, en perpetua evolución.
2. De acuerdo al nivel de detalle de este estudio, las unidades morfológicas son delimitadas dentro de cada unidad ambiental y caracterizada por su génesis, morfología, morfometría y morfodinámica.
3. Dentro de cada unidad morfológica se identifica el material parental o tipo de roca y/o depósito superficial, dato que es obtenido de la interpretación de fotografías e información secundaria, corroborada con el levantamiento en campo.
4. Dentro de cada unidad morfológica se ubican los sitios de muestreo a ser intervenidos en campo, para realizar la descripción de las observaciones de suelos.

5. El levantamiento de información en campo se lo registra en una ficha y de acuerdo a la guía de descripción de suelos de la FAO (2009) y la clasificación de acuerdo a la *Soil Taxonomy* (*Soil Survey Staff*, 2006). También se realizan observaciones complementarias con dos objetivos: el primero es corroborar en otro sitio de la misma unidad que corresponda al perfil modal y el segundo es verificar los límites de las unidades.
6. De ser el caso, la información puede ser extrapolada a unidades que no han sido visitadas y que cumplen con las características de la zona donde se levantó la información.

En la Figura 2.1, se presenta el flujograma detallado del levantamiento de suelos, con enfoque geopedológico.

Figura 2.1. Modelo conceptual para elaborar la cartografía geopedológica

2.4.4.1. Recopilación de información secundaria

En esta fase se extrapola la información secundaria sistematizada y de sensores remotos a la cartografía geomorfológica y se realiza la selección de los sitios de muestreo; a continuación se describe los materiales necesarios para esta fase:

a. Mapa geomorfológico

Corresponde el primer y más importante requisito para la elaboración de la cartografía temática de suelos, ya que sobre este mapa se volcará toda la información edáfica que caracteriza a todas y cada una de las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio.

Esta cobertura temática, consta en su leyenda de datos necesarios para la caracterización de los suelos que se encuentren dentro de cada unidad geomorfológica (forma de relieve) como son: unidades ambientales, génesis, tipo de roca o depósito superficial, morfología, morfometría, morfodinámica; que representan información de relevancia para entender la dinámica de los suelos y la interacción entre los diferentes factores de formación del mismo.

b. Cartografía PRONAREG-ORSTOM

Tal y como consta en la metodología de todo levantamiento, la recopilación de información secundaria resulta indispensable en la ejecución de cualquier tipo de proyecto.

Para la planificación del trabajo de campo (elección de sitios de muestreo) y la posterior elaboración de la cartografía temática de suelos, se utiliza como uno de los principales insumos secundarios la información generada por PRONAREG-ORSTOM sobre cartografía de suelos, aptitudes agrícolas y morfopedológica a escala 1: 200 000 y cartografía de suelos de la sierra ecuatoriana a escala 1: 50 000 con su leyenda correspondiente (PRONAREG-ORSTOM, 1980-1984), cuya escalas referidas es de representación, pero que se levantó a partir de fotointerpretación de fotografías aéreas 1: 30 000 y 1: 60000.

c. Modelo digital de elevación (MDE)

Felicísimo (2004), indica que estos modelos han ayudado a otras disciplinas como a identificar el clima a escala local, procesos geomorfológicos y edáficos, el movimiento y la acción de agua y consecuentemente, los numerosos procesos biológicos condicionados por ellos, que se encuentran estrechamente asociados a la forma y altitud de la superficie del terreno en los que se desarrollan.

d. Cartografía base

Esta comprende el mapa base que contiene todos los detalles del área de estudio y donde se volcará el resto de cartografía temática. Contiene información acerca de los límites cantonales, las vías de

acceso, centros poblados, hidrografía (ríos, quebradas, canales de riego) y demás información de referencia que debe conocerse para la planificación de los puntos de muestreo en gabinete.

Es de gran importancia, debido a que en base a ésta se define la accesibilidad hacia los puntos deseados para realizar perfiles de suelo y barrenaciones, así como también, muestra el límite oficial y definitivo del área de estudio.

e. Imágenes de satélite

Algunas veces, indicios no relacionados con la geoforma, pueden dar buena correlación con los diferentes tipos de suelos. El ejemplo clásico es la vegetación incluyendo condiciones de cultivo (Rossiter, 2000). Para lo cual, el análisis de las imágenes de satélite que cubren el área de estudio son de gran ayuda al representar un insumo clave para la interpretación de diferentes unidades de suelo, las mismas que la geomorfología no discrimina. Por lo anterior, este insumo conjuntamente con el mapa geomorfológico es clave para la planificación de la ubicación de las observaciones que se deben llevar a cabo durante las salidas de campo.

f. Selección de los sitios de muestreo

Una vez que se cuenta con todos los insumos requeridos para el análisis espacial del área de estudio, se procede a la ubicación de los sitios de muestreo en campo, el procedimiento cuenta con los siguientes pasos para su ejecución:

- Análisis de los insumos disponibles.
- Mapa preliminar de suelos.
- Ubicación de los sitios de muestreo.

Para el traslado en campo se usa navegadores conectados a portátiles que permitan la navegación en tiempo real. Además deben disponer de la información preliminar procesada, lo cual permitirá ahorrar tiempo y replantear la ubicación.

2.4.4.2. Trabajos de campo

a. Programación precampo

En esta fase se extrapola la información secundaria sistematizada y de sensores remotos a la cartografía geomorfológica y se realiza la selección y ploteo de los sitios de muestreo.

b. Descripción de los perfiles

La descripción de los perfiles se basa en criterios de la Guía para Descripción de Suelos, publicada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el año 2009.

Con todos los datos recabados de la descripción del perfil, se procede a dar una clasificación taxonómica preliminar del suelo hasta el nivel de subgrupo, con base a la *Soil Taxonomy* (*Soil Survey Staff*, 2006), la misma que será luego ratificada o rectificada con datos de laboratorio.

c. Tipo de observaciones

Las observaciones de suelos se ubican en sitios estratégicos por cada unidad geomorfológica. Para tal efecto, se realizan dos tipos de observaciones: una en calicatas y otra denominada detallada de comprobación (barrenaciones).

d. Observaciones en calicata

La observación en calicata consiste en el análisis visual y táctil de las diferentes características morfológicas de cada uno de los horizontes y/o capas del suelo.

Se utiliza la calicata para describir en forma detallada y completa, el perfil representativo del suelo o suelos que formen la unidad geomorfológica. La caracterización debe incluir al menos una observación en calicata representativa por unidad geomorfológica, a efecto de obtener una alta confiabilidad en el campo.

Las "calicatas" son huecos cavados en tierra con dimensiones de 1m de ancho por 1.5 m de profundidad, lo cual permite la caracterización de todas las capas de suelo hasta el límite con el material de origen o roca consolidada.

Nota: Sin embargo para este proyecto, se ha adoptado que las calicatas solo tengan una profundidad aproximada de 1 m, lo que en realidad permite identificar los horizontes diagnósticos para fines de la clasificación taxonómica y toma de muestras para laboratorio.

Esta determinación es solo operativa para optimizar los recursos en tiempo.

e. Observaciones detalladas y/o barrenaciones de comprobación

Constituyen observaciones complementarias a la descripción de los perfiles modales que verifican la continuidad de un tipo de suelo dentro de la unidad geomorfológica; de encontrarse diferencias significativas en las observaciones de comprobación, se procederá a la descripción de una nueva observación en calicata.

f. Toma de muestras de suelos en calicata

De cada perfil descrito que caracterice a una unidad geomorfológica, se toman muestras de los diferentes horizontes identificados, los mismos que serán enviadas a un laboratorio de suelos, con el fin de conocer las

características físicas y químicas, que sustentarán la clasificación taxonómica de los mismos.

2.4.4.3. Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio que se realizan son los requeridos por la *Soil Taxonomy* 2006, para los trabajos de clasificación a nivel de subgrupo.

a. Tipos de análisis de laboratorio

a.1. Tipo A

Se realiza generalmente en muestras del horizonte A (en perfiles), con los siguientes análisis: pH-N-P-K-Ca-Mg, suma de bases, materia orgánica (MO), textura, acidez libre, conductividad eléctrica (C.E.) y capacidad de intercambio catiónico (C.I.C).

Tanto para la suma de bases como para la capacidad de intercambio catiónico se utiliza el método de acetato de amonio 1 N a pH 7.

a.2. Tipo B

Se realiza generalmente, en muestras provenientes del horizonte B y en ocasiones del horizonte C, según el criterio del técnico.

El análisis comprende: pH-N-P-K-Ca-Mg, materia orgánica (MO), textura y conductividad eléctrica (C.E.).

a.3. Tipo S

Incluye el reporte de pH, conductividad eléctrica (C.E.), análisis de cationes (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) y aniones (CO_3H^- ; CO_3^{+2} ; SO_4^{+2} Cl^-), porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y razón de absorción de sodio (RAS) en pasta saturada.

a.4. Tipo F1

Corresponde densidad aparente.

b. Interpretación de los datos de laboratorio

Los reportes de interpretación de los análisis de laboratorio son corroborados por cada uno de los técnicos que realizó la descripción de los perfiles en campo. De esta manera se obtiene el dato definitivo de las características de cada uno de los horizontes, para validar su clasificación taxonómica.

Cuadro 2.1. Tipos de análisis de laboratorio de suelos

Tipo de análisis	Elemento	Unidad	Adicionales
A	pH		1) Si la conductividad eléctrica (C.E.) sea mayor a "2 mmhos/cm" y se tenga un pH mayor a 7,5 se debe realizar el análisis tipo "S"
	N	ppm	
	P	ppm	
	K	meq/100 g	
	Ca	meq/100 g	
	Mg	meq/100 g	
	Materia orgánica (MO)	%	
	Textura	% y (clase textural)	
	Conductividad eléctrica (C.E.)	dS/cm	
	Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)	meq/100 g	
B	pH		1) Si la conductividad eléctrica (C.E.) sea mayor a "2 mmhos/cm" y se tenga un pH mayor a 7,5 se debe realizar el análisis tipo "S"
	N	ppm	
	P	ppm	
	K	meq/100 g	
	Ca	meq/100 g	
	Mg	meq/100 g	
	Materia orgánica (MO)	%	
	Textura	% y (clase textural)	
S	pH (salinidad en pasta saturada)		No aplica
	C.E. (salinidad en pasta saturada)	dS/cm	
	Na (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	K (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	Ca (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	Mg (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	CO ₃ H (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	CO ₃ (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	SO ₄ (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	RAS (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	PSI (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
F1	Densidad aparente	g/cm ₃	

Fuente: IEE, 2012.

2.4.4.4. Procesamiento de datos

El reporte de los resultados se ingresa al sistema de administración de geoinformación (SAG) que conjuntamente con los datos obtenidos en campo servirán para definir las variables que caracterizan a las diferentes unidades geopedológicas.

a. Fichas de campo

La información levantada en campo se ingresa a la base de datos mediante el SAG, el mismo que permite la estandarización de los atributos.

b. Interpretación de las 14 variables de suelo

Todas las variables necesarias para la clasificación, tanto las recolectadas en campo, así como los resultados de laboratorio se centralizan en una vista del SAG, para ser evaluadas por el técnico y llegar a la clasificación definitiva a nivel de subgrupo, la misma que caracterizará la unidad geopedológica.

Las variables analizadas son: Físicos (textura, drenaje, profundidad efectiva, pedregosidad, nivel freático, régimen de humedad y temperatura del suelo, inundabilidad), y Químicos (toxicidad, potencial Hidrógeno pH, salinidad, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico CIC, saturación de bases y fertilidad).

2.4.4.5. Cartografía definitiva

a. Generación del mapa geopedológico

El sistema de administración de geoinformación tiene una aplicación gráfica compatible con el software ArcGIS, llamado SIGGEOINFO el cual administra la información ingresada en el SAG en forma espacial y permite observar las variables del suelo y las fichas de campo en el ambiente SIG, así como también, cuenta con una herramienta para la creación del mapa final la cual extrae la información de cada punto de observación que luego será extrapolada en el resto de unidades con las mismas características que no hayan sido caracterizadas por un perfil modal.

b. Cartografía definitiva

La generación de la cartografía temática de suelos es el producto final del análisis conjunto de todas las actividades preliminares requeridas para este efecto, tales como:

- Recolección de datos definitivos.
- Llenado de la base de datos.
- Cortes definitivos de las unidades geomorfológicas.
- Unión de la base de datos.
- Extrapolación de las observaciones de campo.

Al generar la cartografía definitiva de suelos, es crucial describir los resultados intermedios y finales de esta; desde la interpretación de los análisis de las muestras de suelos, hasta la impresión del mapa.

c. Metadatos

Los metadatos indican acerca de los procedimientos utilizados para obtener los datos, estos se presentan en formato *.* XML.

El término metadato no tiene una definición única: Información estandarizada acerca de recursos digitales y no-digitales.

El ingreso de metadatos (vector y raster) utiliza las normas ISO 19115 y 19115-2 en el software *Geonetwork* versión 2.2.

d. Mapa impreso (Layout)

El mapa de salida se elabora a escala gráfica adecuada, que para el caso no puede ser mayor a escala 1: 75 000, con su respectiva leyenda. El mapa de suelos representa un modelo conceptual de la distribución espacial de las propiedades del suelo en el área de estudio.

e. Leyenda geopedológica

La leyenda adoptada para el presente estudio se basa en la descripción de las unidades cartográficas. Las cuales se han jerarquizado de lo general a lo particular del paisaje basado en criterios geomorfológicos:

Unidad ambiental

Tipo de roca y/o depósitos superficiales

Forma del relieve (unidad geomorfológica y pendiente)

Características

Perfiles representativos

Clasificación taxonómica (subgrupo y clave)

Símbolo (número, color y tramado)

Superficie (área y porcentaje)

e.1. Unidad ambiental

Son áreas homogéneas, caracterizadas por propiedades físicas, bióticas y por su relación con procesos ecológicos; entendidos como la interrelación o articulación de los elementos: relieve, tipo de roca o depósitos superficiales, suelos, uso del suelo y vegetación.

e.2. Tipo de roca y/o depósito superficial

Se refiere a la composición de las unidades morfológicas en cuanto a su tipo de roca o depósito superficial. Se basa en los datos anteriormente determinados. En un primer campo se adquiere la denominación geológica oficial desde la información secundaria. En un segundo campo se describe el tipo de roca en gabinete y se confirma en campo. Debe ser lo más específico posible.

e.3. Forma del relieve (unidad morfológica y pendiente)

Se refiere a las distintas formas que adopta la superficie de la corteza terrestre (morfología del terreno), y que depende de los procesos genéticos internos y externos que dieran lugar a su formación y del parámetro morfométrico pendiente.

e.4. Características

Clasificación taxonómica de los suelos a nivel de Subgrupos según la *Soil Survey Staff* 2006, el cual abarca en su nombre: el gran grupo, suborden y orden al cual pertenece.

La clave es la combinación de letras generalmente mayúsculas y en número de cuatro, que por su distribución representan al orden, suborden, gran grupo y subgrupo de suelos. Por ejemplo: la clave:, la letra J corresponde al orden (Alfisolos), la combinación JC representa el suborden (Ustalfs), la combinación de las tres letras JCF representa al gran grupo (Paleustalfs) y finalmente las cuatro letras JCFD identifican al subgrupo (Vertic Paleustalfs).

e.5. Clasificación taxonómica (subgrupo y clave)

Es el cuarto nivel de clasificación taxonómica de suelos y en su nombre abarca: el gran grupo, suborden y orden al cual pertenece; en sí constituye el concepto central del gran grupo o transiciones a otros grandes grupos o subórdenes.

e.6. Simbología (número, color y tramado)

Los números indican las diferentes unidades cartográficas representadas en el mapa (consociación + unidad taxonómica de suelo), los colores representan a los órdenes de suelos, los tramados a las características más importantes para cada subgrupo como por ejemplo el régimen de humedad o el carácter, cálcico, sódico, vértico, etc.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Descripción de los subgrupos taxonómicos de suelos

El cantón Quevedo Sur se ubica en la alta llanura central, compuesto de superficies planas a onduladas, superficies entalladas en valles en V, superficies disectadas y valles fluviales, con altitudes que varían de 60 a 180 msnm, el río principal es el Quevedo. La precipitación varía de 1 600 a 2 800 mm, temperatura promedio de 25 °C a través del año, apropiada para uso agrario.

Geológicamente engloba tres paisajes característicos: el primero, el de piedemonte andino representado por superficies de conos de esparcimiento, localizados al este del cantón, poseen pendientes planas a suaves, con desniveles relativos inferiores a los 50 m, conformados por depósitos coluvio aluviales.

El segundo, que corresponde al paisaje de llanura aluvial antigua, donde ocupa la mayor extensión dentro del cantón, agrupa formas de relieve que tienen su origen en procesos de origen denudativo, deposicional acumulativo, constituido por depósitos aluviales, como: arenas, limos, arcillas, poco consolidados, recubiertos por ceniza volcánica, pertenecientes a la formación Pichilingue, de edad cuaternaria, estas geoformas las constituyen: las vertientes de la llanura, superficies que van desde poco disectadas a muy disectadas; cuyo disectamiento, se debe a la acción de los cursos fluviales que han dado origen a la formación de gargantas, valles fluviales en V, y de fondo plano.

El tercer paisaje, lo constituye el medio aluvial, dominado principalmente por la acción del río Quevedo, quien presenta un comportamiento sinuoso evidenciado por la formación de meandros. La acción del río, y sus tributarios ha dado lugar a la aparición de diferentes niveles de terrazas, valles fluviales.

Las unidades ambientales han sido definidas tomando en cuenta su génesis, los factores morfológicos, morfométricos y la litología, así como los factores externos modeladores como el clima y vegetación.

En el cantón los subgrupos taxonómicos de suelos se encuentran dentro del régimen de temperatura del suelo Isohipertérmico, caracterizado por presentar una temperatura >22 °C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad údico indicando que el suelo no está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos la mayoría de los años.

Los subgrupos taxonómicos de suelos localizados en el cantón pertenecen a los órdenes de suelos clasificados como:

- Andisoles, los cuales se han desarrollado a partir de la meteorización de materiales volcánicos.
- Inceptisoles, son suelos que se caracterizan por tener un incipiente desarrollo pedogenético, o sea de poco desarrollo de los horizontes, formándose horizontes de alteración física y transformaciones químicas, como es el caso del horizonte de diagnóstico denominado B cámbico.

- Molisoles, los cuales se caracterizan por tener un epipedón de color negro, ricos en bases de cambio, con abundantes materiales orgánicos y de consistencia y estructura favorables al desarrollo radicular.
- Alfisoles, los cuales se caracterizan por presentar un epipedón ócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt), en este horizonte se observan cutanes (revestimientos de arcilla) en poros.
- Entisoles, suelos jóvenes o de escaso desarrollo pedogenético (sin horizontes B), y con presencia de material volcánico (vidrio).

En el cantón se encuentran distribuidos en tres unidades ambientales: piedemonte andino llanura aluvial antigua, piedemonte andino, medio aluvial.

3.1.1. Piedemonte Andino

Está asociado a depósitos coluvio aluviales, los que se encuentran recubiertas por cenizas volcánicas; son aprovechados para cultivos de banano, caña de azúcar, maíz, entre otros. Se encuentran, en los sectores de Hda. Pachanita, Hda. Oasis, en Hda. Mopa al Este del cantón. Pertenecientes a la Formación Pichilingue.

Sus características son:

- Ecología: Bosque siempre verde de tierras bajas de la costa.
- Formas del relieve: Superficies de cono de esparcimiento.
- Geología: Lo conforman depósitos coluvio aluviales.
- Edafología: Andisoles con textura franco limosos, profundos.
- Cobertura natural: Agrícola, ganadera.
- Uso actual de las tierras: Pastizales, matorral seco y cultivos de fréjol.
- Infraestructura vial y poblacional:
- Vías Principales: vías de segundo y tercer orden.
- Poblados Principales: La María, Cañalito.
- Peligros naturales: Zonas de topografía plana a ondulada, podrían ser afectadas por crecidas torrenciales de los ríos circundantes.

3.1.1.1. Depósitos Coluvio Aluviales

Estos depósitos lo conforman bloques heterogéneos subangulosos, con matriz limo arenoso (recubiertos de ceniza volcánica), están asociados a las superficies del cono de esparcimiento.

a. Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 1

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Inceptisoles, con porcentajes muy bajos de saturación de bases (menos del 35 % en todo el perfil). Estos suelos presentan una ligera reacción al NaF (fluoruro de sodio), que indica que poseen propiedades ándicas. Son de texturas francos en la superficie y a profundidad; de drenaje bueno por lo que el agua se elimina de manera fácil, aunque no rápidamente; son suelos profundos. Se encuentran en pendientes planas (0 a 2 %) sobre superficies de cono de esparcimiento.

El perfil modal del suelo descrito en la calicata presenta un perfil edáfico del tipo Ap/Bw1/Bw2. El horizonte (Ap) es de color pardo muy oscuro, de textura franca, estructura granular a bloques sub-angulares de tamaño fino y grado fuerte. Subyace un horizonte Bw1 de textura franca, de color pardo oscuro, estructura en bloques sub-angulares de tamaño medio y de grado moderado. Y un horizonte Bw2 de color pardo oscuro, con estructura de bloques subangulares gruesos y de grado débil.

Los datos de laboratorio indican que son suelos ligeramente ácidos (pH 6,5), con altos niveles de materia orgánica (3,39 %) en relación con los rangos referenciales de la costa ecuatoriana. La capacidad de intercambio catiónico (21 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (44,1%) es media, dando como resultado un nivel de fertilidad mediano, caracterizado por una moderada disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

Se estima abarcan una superficie de aproximadamente 277,28 ha que significan el 0,754 % de la superficie total del cantón. El símbolo del perfil representativo es el PN2-P191. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (1).

b. Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 2

Son suelos clasificados dentro del orden de los Andisoles. Son suelos de texturas francas en la superficie y franco arenosas a profundidad; su drenaje natural es bueno, ya que tienen una eliminación fácil del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Son suelos poco profundos en el rango de 21 a 50 cm.

Se encuentran en pendientes suaves (5 a 12 %), pertenecientes a las superficies de cono de esparcimiento.

El perfil modal incluye a horizontes Ap/Bw/C/2Ab/2C, de colores pardo grisáceo muy oscuro los horizontes Ap y Bw, colores amarillento oscuro el C, pardo muy oscuro el 2Ab y pardo amarillento oscuro el 2C.

Con los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción medianamente ácida a prácticamente neutra en la superficie. Presentan un contenido alto de materia orgánica (mayor a 2,0 %) en la superficie y decreciendo a profundidad, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. Tienen una saturación de bases baja a media (menor a 50,00 %) y una capacidad de intercambio catiónico media a alta (11 a 30 meq/100 g). Estos resultados permiten estimar un nivel mediano de fertilidad natural, caracterizada por una buena disponibilidad de los nutrientes.

Abarcan una superficie de aproximadamente 349,35 ha que significan el 0,950 % de la superficie total del cantón. El símbolo del perfil representativo es el PN6-P175. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (2).

3.1.2. Llanura Aluvial Antigua

La mayor parte del cantón Quevedo Sur, se sitúa sobre la llanura aluvial antigua, en la que encontramos tipos de geoformas de origen denudativo, deposicional erosivo las que se han desarrollado sobre la formación Pichilingue.

Sus características son:

- Ecología: Bosque siempre verde de tierras bajas de la costa.
- Formas del relieve: superficies poco disectadas, superficies disectadas, superficies muy disectadas, gargantas, vertientes de la llanura antigua.
- Geología: arenas, limos y arcillas poco consolidados recubiertos por ceniza volcánica, pertenecientes a la formación Pichilingue.
- Edafología: Molisoles negros, ricos en materia orgánica, profundos, de textura franco arcilloso. Hacia el sur del cantón se presentan molisoles sobre alfisoles, estos últimos son suelos duros, difícil de laborar.
- Suelos de origen deposicional con características vérticas oscuros, profundos y susceptibles a inundaciones en estación lluviosa.
- Cobertura natural: Principalmente uso agrícola.
- Uso actual de las tierras: Cultivos anuales (soya, maíz,), cultivos permanentes (teca, caña, palma africana), matorral húmedo muy alterado, matorral seco, vegetación herbácea.
- Infraestructura vial y poblacional:
- Vías Principales: Quevedo - El Empalme - Pichincha - Santa Ana - Portoviejo. Existen varias vías de segundo y tercer orden
- Poblados Principales: Quevedo, La Esperanza, Los Huaques, Rancho de la Esperanza, La Victorial, El Pital, cañalito, La Estrella, El Achiote, La Virginia, las Minas, María, Las Culebras, Las Serranitas.
- Peligros naturales: Erosión hídrica laminar.

3.1.2.1. Formación Pichilingue

Está conformada por bancos de arcillas y arenas poco consolidados provenientes de la erosión de la Cordillera de los Andes, cubierta acarreados por aguas torrenciales y fluviales. Son sedimentos que ahora integran la base de la mayor parte de los terrenos fértiles de la planicie litoral.

a. Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 3

Se encuentran en pendientes muy suaves (2-5%), pertenecientes superficies muy disectadas.

Clasificados en el orden de los Andisoles, los cuales se caracterizan por ser originados de materiales volcánicos, presentando un alto contenido de carbono orgánico y una apreciable cantidad de alófana. Son suelos de texturas francas en superficie y a profundidad, siendo el drenaje natural bueno, donde la eliminación del agua de precipitación es fácil, aunque no rápidamente. Son profundos (> 100 cm de profundidad).

La morfología del suelo descrito en la calicata presenta un perfil edáfico del tipo A/A2/Bw/BC. El horizonte (A) es de color pardo oscuro, de textura franca, estructura granular a bloques sub-angulares de tamaño fino y grado fuerte. Subyace un horizonte A2 de textura franca, de color pardo oscuro, estructura en bloques sub-angulares de tamaño medio y de grado moderado. Un horizonte Bw de color pardo amarillento oscuro, con estructura de bloques subangulares medios y de grado débil. Y un horizonte BC de color pardo oscuro, con estructura masiva a bloques subangulares de tamaño medio y de grado débil.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,3), el contenido de materia orgánica es alto (5,41%) en la superficie, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. La capacidad de intercambio catiónico es alta (26 meq/100 g) y el porcentaje de saturación de bases es medio (46,42 %), lo que determina un nivel de fertilidad natural mediana, caracterizado por una buena disponibilidad de nutrientes.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN2-P192. Ocupa una superficie calculada en 2 177,89 ha que representan el 5,922 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (3).

b. Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 4

Son suelos clasificados dentro del orden de los Inceptisoles. Caracterizados por tener una saturación de bases (por NH₄OAc) menor a 60 por ciento, y propiedades ándicas en uno o más horizontes. Son de texturas francas en la superficie y franco arcillosas a profundidad; su drenaje natural es bueno, ya que tienen una eliminación fácil del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Son suelos poco profundos (35 cm) en el rango de 21 a 50 cm.

Se encuentran en pendientes medias (12 a 25%), pertenecientes a las superficies muy disectadas.

El perfil modal incluye a horizontes A/Bw/C, de color pardo grisáceo muy oscuro el horizonte A, color pardo muy oscuro el horizonte Bw, y colores pardo grisáceo a pardo grisáceo muy oscuro los horizontes C.

Con los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción medianamente ácida (pH 6,0) en la superficie. Presentan un contenido alto de materia orgánica (4,66 %) en la superficie y decreciendo a profundidad, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. Tienen una saturación de bases media (46,00 %) y una capacidad de intercambio catiónico alta (23 meq/100 g). Estos resultados permiten estimar un nivel mediano de fertilidad natural, caracterizada por una buena disponibilidad de los nutrientes.

El perfil representativo de este subgrupo pertenece a PN6-P180. Estos suelos ocupan una superficie calculada en 1 011,98 ha que representan

el 2,752 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (4).

c. Mollic Paleudalfs (JEGU): Símbolo 5

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Alfisoles, los cuales se caracterizan por presentar un epipedón ócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt), en este horizonte se observan cutanes (revestimientos de arcilla) en poros. Se encuentran en pendientes de 2 a 12 %, pertenecientes superficies muy disectadas.

En características físicas, presentan texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosas a profundidad; su drenaje natural es bueno, ya que tienen fácil eliminación del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Son suelos poco profundos (49 cm), en el rango de 21 a 51 cm.

Morfológicamente estos suelos, presentan un perfil edáfico Ap/Bt/Ct El horizonte Ap presenta un color pardo amarillento oscuro; el Bt es de color pardo oscuro; el Ct es de color pardo.

En cuanto a las características químicas, son suelos ácidos pH (5,4) en la superficie y ligeramente ácidos (6,1) en profundidad. Presentan un contenido medio de materia orgánica (1,4 %), decreciendo en profundidad, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. Tienen mediana capacidad de intercambio catiónico en la superficie (12 meq/100 g) y alto porcentaje de saturación de bases (96,42 %). Estos resultados permiten estimar un nivel de fertilidad mediana en estos suelos, caracterizado por una moderada disponibilidad de los nutrientes.

El perfil representativo corresponde al PM1-P067. Estos suelos ocupan una superficie estimada en 102,81 ha, que representan el 0,280 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (5).

d. Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 6

Clasificados dentro del Orden de los Andisoles son suelos de origen volcánico, ubicados generalmente en regiones húmedas donde no han alcanzado a desarrollar caracteres diagnósticos de otros órdenes. Estos suelos se caracterizan por poseer altos contenidos de materia orgánica, por lo tanto son de color oscuro, alta capacidad de fijar fosfatos y baja densidad aparente. Presentan determinados contenidos de Aluminio y de Hierro, y una fuerte reacción al Fluoruro de Sodio (NaF), que indica que son suelos con propiedades ándicas.

La morfología del suelo descrito en calicata presenta un perfil edáfico del tipo A1/A2/Bw1/Bw2/Bw3/2Ab, profundo (101 cm) en el rango de mayor a 100 cm, de buen drenaje. Se caracteriza por incluir un horizonte superficial (A1) de 10 cm de espesor; de color gris muy

oscuro; de textura franca; de estructura bloques sub-angulares, de tamaño fino a medio y grado fuerte. Subyace un horizonte (A2) de 15 cm de espesor; de color pardo amarillento oscuro; de estructura bloques sub-angulares, de tamaño medio a grueso y grado moderado; Subyace horizontes cámbicos: (Bw1) de aproximadamente 25 cm de espesor, de textura franca; de color pardo oscuro; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño grueso y grado fuerte; (Bw2) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura franco limosa; de color pardo; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño medio a grueso y grado moderado; (Bw3) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura franco limosa; de color pardo amarillento; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño fino y grado moderado; subyace un horizonte enterrado (2Ab) de aproximadamente 5 cm de espesor, de textura arcillo-limosa; de color gris muy oscuro; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño fino a medio y grado débil.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácido en la superficie pH (6,5), con niveles altos en materia orgánica (2,44 % en el rango para la costa) en la superficie, decreciendo a niveles bajos en el horizonte subsiguiente. La capacidad de intercambio (23,0 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (24,91 %) baja. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana.

Se estima abarcan una superficie de aproximadamente 1 614,18 ha que significan el 4,389 % de la superficie total del cantón. Los perfiles representativos corresponden a los identificados con el número PN7-P205 y PN2-P189, ubicados en la forma de relieve denominada superficie disectada, en pendientes del 5 al 12 %. En el mapa geopedológico están representado con el símbolo (6).

e. Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 7

Este subgrupo pertenece al Orden de los Inceptisoles, los cuales se caracterizan por tener un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados, en su perfil incluye un horizonte de diagnóstico B cámbico. A nivel de subgrupo presentan una fuerte reacción al Floruro de Sodio (NaF), que indica suelos con propiedades ándicas.

La morfología del suelo descrito en calicata presenta un perfil edáfico del tipo A1/A2/Bw/2Btb/2C, poco profundo (45 cm) en el rango de 21 a 50 cm, de buen drenaje. Se caracteriza por incluir un horizonte superficial (A1) de aproximadamente 10 cm de espesor; de color pardo oscuro; de textura franca; de estructura bloques sub-angulares, de tamaño fino a medio y grado fuerte. Subyace un horizonte (A2) de aproximadamente 15 cm de espesor, de textura franco arcillosa; de color pardo grisáceo muy oscuro; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño medio a grueso y grado fuerte. Subyace horizonte cámbico (Bw) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura franco arcillosa; de color pardo oscuro; estructurado en bloques sub-

angulares de tamaño grueso y grado moderado. Subyace un horizonte enterrado (2Btb) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura arcillosa; de color pardo muy oscuro; estructurado en masiva a bloques sub-angulares de tamaño grueso y grado moderado. Finalmente subyace (2C) de aproximadamente 35 cm de espesor, de textura arcillosa; de color pardo oscuro; sin estructura, masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácido en la superficie pH (6,5), con niveles altos en materia orgánica (6,3 % en el rango para la costa) en la superficie, decreciendo a niveles bajos en el horizonte subsiguiente. La capacidad de intercambio (22,0 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (47,36 %) media. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana.

Se estima abarcan una superficie de aproximadamente 2 760,28 ha que significan el 7,505 % de la superficie total del cantón. Los perfiles modales corresponden a los identificados con los números PN7-P206 y PN7-P207, ubicados en la forma de relieve denominada superficie disectada, en pendientes del 5 al 12 %. En el mapa geopedológico están representados con el símbolo (7).

f. Humic Dystrudepts (KGEU): Símbolo 8

Pertenece al Orden de los Inceptisoles, los cuales se caracterizan por tener un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados, en su perfil incluye un horizonte de diagnóstico B cámbico. A nivel de subgrupo presentan un epipedón mólico.

La morfología del suelo descrito en calicata presenta un perfil edáfico del tipo A/Bw1/Bw2/2Btb, moderadamente profundo (60 cm) en el rango de 51 a 100 cm, de buen drenaje. Se caracteriza por incluir un horizonte superficial (A) de aproximadamente 20 cm de espesor; de color pardo grisáceo muy oscuro; de textura franco arcillosa; de estructura granular a bloques sub-angulares, de tamaño fino a medio y grado moderado a fuerte. Subyace horizontes cámbicos: (Bw1) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura franca; de color pardo oscuro; estructurado en bloques sub-angulares y angulares de tamaño grueso y grado débil a moderado; (Bw2) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura franca; de color pardo; estructurado en bloques sub-angulares y angulares de tamaño medio y grado débil. Subyace un horizonte enterrado (2Btb) de aproximadamente 55 cm de espesor, de textura arcillo-limosa; de color pardo oscuro; sin estructura, masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácido en la superficie pH (6,4-6,5), con niveles altos en materia orgánica (4,93 % en el rango para la costa) en la superficie, decreciendo a niveles bajos en el horizonte subsiguiente. La capacidad de intercambio (28,0 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (31,14 %) baja. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana. Son suelos de buenas características físicas y químicas.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de más 20/22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil, y en régimen de humedad údico que nos indica que el suelo no está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos la mayoría de los años.

Se estima abarcan una superficie de aproximadamente 2 479,54 ha que significan el 6,742 % de la superficie total del cantón. Los perfiles modales corresponden a los identificados con los números PN7-P210 y PM4-P204, ubicados en la forma de relieve denominada superficie disectada, en pendientes del 5 al 12 %. En el mapa geopedológico están representados con el símbolo (8).

g. Dystric Eutrudepts (KGDR): Símbolo 9

Se ubican en la forma de relieve denominada superficie disectada y se encuentran en pendientes muy suaves (2 a 5 %), pertenecientes a relieves casi planos.

Los suelos de este subgrupo taxonómico corresponden al orden de los Inceptisoles, que son suelos poco desarrollados, con débil expresión de los horizontes, donde se identifica un horizonte denominado B cámbico, se caracterizan por presentar una saturación de bases superior al 60% dentro de los 45 cm de profundidad y una saturación de bases inferior al 60 % en los horizontes subsiguientes.

En lo que tiene que ver con la morfología presenta un perfil edáfico del tipo A/Bw/C, poco profundo (45 cm) en el rango de 21 a 50 cm, de drenaje moderado. Presenta un horizonte superficial (A) de 45 cm de espesor, color gris oscuro, de textura arcillosa, estructurado en bloques subangulares de tamaño medio y grado fuerte. Subyace un horizonte (Bw) de 35 cm de espesor, color gris oscuro, de textura franco arcillosa, estructurado en bloques angulares y subangulares de tamaño grueso y grado moderado. En profundidad se identifica un horizonte (C) de aproximadamente 20 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro, de textura franco arcillosa, sin estructura, masiva.

Los resultados de laboratorio nos dan cuenta de que son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,5) con niveles altos de materia orgánica (2,07 %) en el rango para la costa. La capacidad de intercambio catiónico (28meq/100 g) es muy alta y la saturación de bases (61,07 %) es media, de esto se deduce un nivel de fertilidad natural mediana.

Abarcan una superficie de aproximadamente 1,49 ha que significan el 0,004% de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN1-P182. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (9).

h. Andic Hapludolls (IHFE): Símbolo 10

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Molisoles los cuales se caracterizan por tener un epipedón de color negro, ricos en bases de cambio, con abundantes materiales orgánicos y de consistencia y estructura favorables al desarrollo radicular. Se encuentran en pendientes suaves a medias (2 a 5 %), pertenecientes a superficies disectadas.

En características físicas, presentan texturas franco limosas en la superficie y franco arcillosas a profundidad; su drenaje natural es bueno, ya que tienen fácil eliminación del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Son suelos moderadamente profundos (100 cm), en el rango de 51 a 100 cm.

Morfológicamente estos suelos, presentan un perfil edáfico Ap/A/Bt El horizonte Ap presenta un color pardo oscuro; el A es de color pardo muy oscuro; el Bt es de color pardo muy oscuro.

En cuanto a las características químicas, son suelos prácticamente neutros pH (6,5) en la superficie y en profundidad. Presentan un contenido alto de materia orgánica (6,67 %), decreciendo en profundidad, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. Tienen alta capacidad de intercambio catiónico en la superficie (30 meq/100 g) y alto porcentaje de saturación de bases (90,23 %). Estos resultados permiten estimar un nivel de fertilidad alto en estos suelos, caracterizado por una buena disponibilidad de los nutrientes.

Los perfiles representativos corresponden a los identificados como PM1-P062, PN1-P054, CG1-P083 y CG1-P087. Estos suelos ocupan una superficie estimada en 2 700,76 ha, que representan el 7,344 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda están representados por el símbolo (10).

i. Oxic Argiudolls (IHDR): Símbolo 11

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Molisoles, caracterizados por tener un epipedón de color negro, ricos en bases de cambio, con abundantes materiales orgánicos y de consistencia y estructura favorables para el desarrollo radicular. Se encuentran en pendientes muy suaves (2 a 5 %), pertenecientes superficies disectadas.

Presentan texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosas a profundidad; su drenaje natural es moderado, ya que existe una eliminación lenta del agua en relación al aporte. Son suelos moderadamente profundos (52 cm), en el rango de 51 a 100 cm.

Morfológicamente, presenta un perfil de tipo Ap/Bt/BCt/C. Los colores fueron tomados en húmedo donde el horizonte Ap presenta un color

pardo oscuro; el Bt es de color pardo rojizo; el Bt es de color pardo oscuro; el BCt de color pardo oscuro y el C de color amarillo rojizo.

En cuanto a las características químicas, son suelos medianamente ácidos pH (5,7) en la superficie y prácticamente neutros pH (6,70) a profundidad. Presentan un contenido alto de materia orgánica (2,30 %), decreciendo en profundidad, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. Tienen media capacidad de intercambio catiónico en la superficie (12 meq/100 g) y alto porcentaje de saturación de bases (86,08 %). Estos resultados permiten estimar un nivel de fertilidad mediana en estos suelos, caracterizado por una buena disponibilidad de los nutrientes.

El perfil representativo corresponde al PM3-P059. Estos suelos ocupan una superficie estimada en 484,56 ha, que representan el 1,318 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda están representados por el símbolo (11).

j. Andic Hapludalfs (JEJG): Símbolo 12

Estos suelos se los ha identificado en el tipo de la forma de relieve denominada superficie disectada, en pendientes del 5 al 12 % (relieves ligeramente ondulados).

Son suelos clasificados en el orden de los Alfisoles, que poseen un epipedón ócrico (eluvial) sobre un horizonte argílico (iluvial) y moderada a alta saturación de bases. Presenta reacción a la prueba de campo NaF (Fluoruro de Sodio) que caracteriza a los suelos de origen volcánico.

Morfológicamente presentan un perfil edáfico del tipo A/Bt/C; superficial (12 cm) en el rango de 11 a 20 cm; de drenaje moderado. Exhibe un horizonte superficial (A) de 12 cm de espesor, es de color pardo muy oscuro, de textura franca, de estructura en bloques subangulares, de tamaño fino a medio y de grado fuerte. Sigue un horizonte argílico (Bt) de 18 cm de espesor, de textura franco arcillosa, de color pardo grisáceo muy oscuro. Estructurado en bloques subangulares de tamaño grueso y de grado débil a moderado. Bajo de éste se identifica un horizonte (C) de 50 cm de espesor, de color pardo muy oscuro; de textura arcillosa; sin estructura, masiva.

Químicamente son suelos de reacción prácticamente neutro pH (7,2); el contenido de materia orgánica es alto (4,15 %); en el rango referencial para la costa ecuatoriana. La capacidad de intercambio catiónico es alta (28 meq/100 g) y el porcentaje de saturación de bases es alta (58,52 %), lo que determina un nivel de fertilidad natural alta.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN1-P201. Ocupa una superficie calculada en 936,40 ha que representan el 2,554 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (12).

k. Inceptic Hapludalfs (JEJZa): Símbolo 13

Son suelos clasificados dentro del orden de los Alfisoles; con evidencias de iluviación de arcilla en los poros y presencia de un horizonte argílico de 35 cm o menos de espesor. Son de texturas franco limosas a franco arcillosas en la superficie y franco arcillosas a arcillosas a profundidad; su drenaje natural es moderado, ya que tienen una eliminación lenta del agua de precipitación, en relación a su aporte. Son suelos poco profundos en el rango de 21 a 50 cm. Se encuentran en pendientes de 2 a 12 %, pertenecientes a las superficies disectadas.

El perfil modal incluye a horizontes A/Bt/C, de colores pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro en los horizontes A, color pardo oscuro el horizonte Bt con evidencias de iluviación de arcilla en los poros, y de colores pardo amarillento el horizonte C.

Con los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción prácticamente neutra (6,6 a 7,5 (Excepto el 7)) en la superficie. Presentan un contenido alto de materia orgánica (mayor a 2,00 %) en la superficie y decreciendo a profundidad, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. Tienen una saturación de bases media (35 a 50 %) y una capacidad de intercambio catiónico alta a muy alta (>20 meq/100 g). Estos resultados permiten estimar un nivel alto de fertilidad natural, caracterizada por una óptima disponibilidad de los nutrientes.

Los perfiles representativos de este subgrupo pertenecen a CG1-P086 y PN6-P178. Estos suelos ocupan una superficie calculada en 887,19 ha que representan el 2,412 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda están representados por los símbolos (13).

l. Mollic Paleudalfs (JEGU): Símbolo 14

Corresponde al Orden de los Alfisoles, los cuales se caracterizan por presentar un epipedón ócrico eluvial en la mayoría de ocasiones sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt), en este horizonte se observan cutanes (revestimientos de arcilla) en poros. Son suelos poco profundos (47 cm), en el rango de 21 a 50 cm; de texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosas a profundidad; de drenaje moderado, eliminación lenta de agua de precipitación. Presentan un epipedón con colores de epipedón mólico. Se encuentran en pendientes muy suaves (2 a 5 %), pertenecientes a las superficies disectadas.

El perfil modal presenta horizontes Ap/AB/2Bt1/2Bt2, de color pardo muy oscuro en el horizonte Ap, pardo oscuro en el horizonte AB, pardo muy oscuro en HUE 7,5 YR en el horizonte 2Bt1, y pardo rojizo oscuro en el horizonte 2Bt2.

De los datos analíticos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción prácticamente neutra pH (6,7); el contenido de materia

orgánica es alta (2,99%) en la superficie, decreciendo a profundidad; la capacidad de intercambio catiónico (22 meq/100 g) alto y el porcentaje de saturación de bases (entre 35 y 50 %) es medio, lo que determina una fertilidad natural alta, caracterizada por una óptima disponibilidad de nutrientes.

Estos suelos fueron caracterizados con el perfil PN5-P203. Ocupan una superficie estimada en 2 569,84 ha, que corresponden al 6,988 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (14).

m. Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 15

Son suelos clasificados dentro del orden de los Andisoles, se han formado a partir de ceniza volcánica y son negros, muy untuosos y pegajosos. Se puede decir que son suelos inmaduros con débil expresión en el desarrollo de los horizontes, generalmente discontinuos en su distribución. Localmente del perfil modal PN5-P207, resultó que son francos en la superficie y en profundidad del perfil, siendo así moderadamente profundos, de drenaje natural bueno.

La pedogénesis de los suelos corresponde a Formación Pichilingue, en pendientes de 0 a 2 %, en superficie poco disectada. En el perfil se diferenció la siguiente secuencia de horizontes Ap/A2/Bw/2AB, en pardo oscuro en la superficie, y a profundidad pardo amarillento oscuro.

De los resultados analíticos de laboratorio se tiene que los suelos son de reacción prácticamente neutro pH (6,7), con contenido de materia orgánica alto de 6,43 %, que decrece a profundidad a niveles más bajos, la capacidad de intercambio catiónico de 33 meq/100g es muy alta y la saturación de bases de 37,27 % es media, lo que determina una fertilidad alta para los suelos.

Los suelos de este tipo de relieve representan 675,66 ha que corresponden a 1,837 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (15).

n. Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 16

Clasificados dentro del orden de los Inceptisoles; presentan una saturación de bases (por NH₄OAc) menor a 60 %, también una ligera reacción al NaF (fluoruro de sodio), que indica que poseen propiedades ándicas. Son de texturas francas en la superficie y a profundidad; su drenaje natural es bueno, ya que tienen una eliminación fácil del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Son suelos moderadamente profundos en el rango de 51 a 100 cm. Se encuentran en pendientes planas (0 a 2 %), pertenecientes a superficies poco disectadas.

El perfil modal incluye a horizontes Ap/A2/Bw/2Bt/2C, de color pardo oscuro el horizonte Ap, color pardo amarillento oscuro el horizonte A2, color pardo amarillento el horizonte Bw, a continuación los horizontes enterrados de color pardo oscuro el horizonte 2Bt y de color pardo muy oscuro el horizonte 2C.

Con los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción ligeramente ácida a prácticamente neutra (pH 6 a 7,5 (excepto 7)) en la superficie. Tienen un contenido alto de materia orgánica (>2%) en la superficie, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. Tienen una saturación de bases media (35 a 50 %) y una capacidad de intercambio catiónico alta (>20 meq/100 g). Estos resultados permiten estimar un nivel medio de fertilidad natural, caracterizada por una moderada disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

Ocupan una superficie de aproximadamente 6 048,82 ha que significan el 16,447 % de la superficie total del cantón. Los símbolos de los perfiles que caracterizan estos suelos corresponden a los PN2-P190, PN5-P204, PN5-P206, PN7-P199 y PN7-P211 y en el mapa geopedológico están representados por el símbolo (16).

o. Andic Hapludolls (IHFE): Símbolo 17

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Molisoles, los cuales se caracterizan por tener un epipedón de color negro, ricos en bases de cambio, con abundantes materiales orgánicos y de consistencia y estructura favorables al desarrollo radicular. Se encuentran en pendientes de 0 a 2%, en superficies disectadas.

Presentan texturas francas y francas limosas en la superficie y texturas francas y franco arcillosas a profundidad, son moderadamente profundos, con drenaje natural bueno, caracteres que en conjunto determinan que el movimiento en el agua en el interior del suelo sea rápido.

Morfológicamente, el perfil presenta una secuencia de horizontes: Ap/A/AB/2Bt1/2Bt2. Con colores en húmedo en los horizontes superficiales pardo muy oscuro y a profundidad colores pardo oscuro.

De los resultados químicos de laboratorio se tiene que los suelos son de reacción ligeramente ácido pH (6,1), con contenido de materia orgánica alto de 6,1 %, que decrece a profundidad a niveles más bajos, la capacidad de intercambio catiónico de (24 meq/100g) es alto y la saturación de bases de (94,96 %) es alta, lo que determina una fertilidad alta.

Estos suelos fueron caracterizados con el perfil PN9-P047. Ocupan una superficie estimada en 9,34 ha, que corresponden al 0,025 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (17).

p. Typic Paleudalfs (JEGV): Símbolo 18

Estos suelos están ubicados en áreas correspondientes al tipo de la forma de relieve denominada superficie poco disectada, en pendientes predominantes del 0 al 5 %.

Son suelos clasificados en el orden de los Alfisoles, que poseen un epipedón eluvial sobre un horizonte iluvial (argílico), a nivel de gran grupo se presentan en zonas templadas a cálidas, de colores rojizos a pardo rojizos, moderada saturación en bases y pH ligeramente ácido.

El perfil modal descrito en calicata se caracteriza por presentar los siguientes horizontes: Ap/Btc/BC, profundo (102 cm), de drenaje moderado. Incluye un horizonte superficial (Ap) de 15 cm de espesor, de color pardo amarillento oscuro; de textura franco arcilloso; de estructura en bloques subangulares de tamaño fino a medio y grado fuerte. Subyace un horizonte de diagnóstico denominado argílico (Btc) de aproximadamente 33 cm de espesor; de textura arcillosa; de color pardo oscuro; estructurado en bloques subangulares, de tamaño grueso y de grado fuerte, presenta concreciones de manganeso. Sigue un horizonte de transición (BC) de 52 cm y más de espesor; de color pardo fuerte; de textura arcilla pesada; de estructura en bloques subangulares, de tamaño medio a grueso y grado débil, a, masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,3); con niveles altos en materia orgánica (2,03 % en el rango para la costa) decreciendo en el interior. La capacidad de intercambio (21,0 meq/100 g) y la saturación de bases (55,25 %) son altas. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alto. Son suelos de buenas características físicas y químicas para desarrollar actividades agronómicas.

El perfil modal corresponde al identificado con el número PN8-P194, se estima que abarcan una superficie de aproximadamente 17,42 ha que significan el 0,047 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico está representado por el símbolo (18).

q. Typic Paleudalfs (JEGV): Símbolo 19

Son suelos clasificados dentro del orden de los Alfisoles; con evidencias de iluviación de arcilla en los poros y no hay un decrecimiento de arcilla con el incremento de la profundidad. Son de texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosas a profundidad; su drenaje natural es moderado, ya que tienen una eliminación lenta del agua de precipitación. Son suelos poco profundos (40 cm) en el rango de 21 a 50 cm. Se encuentran en pendientes de (0 a 5 %), pertenecientes a las vertientes de llanuras antiguas.

El perfil modal incluye a horizontes A/Bt/Ct, de color pardo muy oscuro en los horizontes A y Bt este último con evidencias de iluviación de

arcilla en los poros, y de color pardo oscuro el horizonte Ct con evidencias de iluviación de arcilla en los poros.

Con los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción medianamente ácida (pH 5,7) en la superficie. Presentan un contenido alto de materia orgánica (3,59 %) en la superficie y decreciendo a profundidad, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. Tienen una saturación de bases media (42,00 %) y una capacidad de intercambio catiónico alta (23 meq/100 g). Estos resultados permiten estimar un nivel mediano de fertilidad natural, caracterizada por una buena disponibilidad de los nutrientes.

El perfil representativo de este subgrupo pertenece al PN6-P179. Estos suelos ocupan una superficie calculada en 1 824,67 ha que representan el 4,961 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (19).

r. Inceptic Hapludalfs (JEJZa): Símbolo 20

Son suelos clasificados dentro del orden de los Alfisoles; con evidencias de iluviación de arcilla en los poros y presencia de un horizonte argílico de 35 cm o menos de espesor. Son de texturas francas en la superficie y franco arcillosas a profundidad; su drenaje natural bueno, ya que tienen una eliminación fácil del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Son suelos poco profundos en el rango de 21 a 50 cm. Se encuentran en pendientes planas a muy suaves (0 a 5 %), pertenecientes a vertientes de llanuras antiguas.

El perfil modal incluye a horizontes A1/A2/Bt/Ct, de colores negro a pardo grisáceo muy oscuro en los horizontes A, colores pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro el horizonte Bt con evidencias de iluviación de arcilla en los poros, y de colores pardo grisáceo oscuro a pardo los horizonte C.

Con los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción prácticamente neutra (6,6 a 7,5 (Excepto el 7)) en la superficie. Presentan un contenido alto de materia orgánica (mayor a 2,00 %) en la superficie y decreciendo a profundidad, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. Tienen una saturación de bases media (35 a 50 %) y una capacidad de intercambio catiónico alta a muy alta (>20 meq/100 g). Estos resultados permiten estimar un nivel mediano de fertilidad natural, caracterizada por una moderada disponibilidad de los nutrientes.

El perfil representativo de este subgrupo pertenece a PN6-P177. Estos suelos ocupan una superficie calculada en 28,31 ha que representan el 0,077 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (20).

s. Vertic Paleudalfs (JEGA): Símbolo 21

Corresponden al Orden de los Alfisoles, se encuentran en pendientes medias (12 a 25 %) sobre vertientes de llanura antigua, son suelos de texturas francas en la superficie y arcilloso a profundidad; poseen drenaje bueno; poseen una profundidad efectiva mayor a 100 cm, considerados profundos.

Morfológicamente, sus horizontes se representan con A/Bt/C1/C2, de color pardo oscuro en la superficie y en el interior. Con grietas finas (menor a 1 cm) estrechamente espaciadas (0,2 a 0,5 cm) y medianamente profundas (20 a 50 cm).

En cuanto a sus propiedades químicas, presentan como características principales un pH ligeramente ácido (mayor de 6,5 a 7); un contenido alto de materia orgánica (mayor a 2,1 %) en el rango de referencia para la costa ecuatoriana; un porcentaje de saturación de bases alta (mayor 50 %) a pesar de tener iluviación de arcilla, por lo cual presentan una fertilidad media caracterizada por la buena disponibilidad de nutrientes para las plantas.

El perfil representativo de este subgrupo pertenece a CG1-P089. Estos suelos ocupan una superficie calculada en 226,02 ha que representan el 0,615 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (21).

t. Typic Hapludands (DHFU): Símbolo 22

Son Andisoles, de texturas francas; su drenaje natural es bueno, ya que tienen una eliminación fácil del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Son suelos moderadamente profundos (51 a 100 cm). Se encuentran en pendientes medias a fuertes (25-40%), pertenecientes a gargantas.

La morfología del suelo descrito en la calicata presenta un perfil edáfico del tipo A/Bw/C/2Ab/2Bwb/2Cb. El horizonte (A) es de color gris muy oscuro, de textura franco, estructura de granular a bloques sub-angulares de tamaño fino/delgado y grado moderado. Subyace un horizonte (Bw) de textura franco, de color pardo amarillento oscuro, estructura en bloques sub-angulares y de grado moderado; subyace un horizonte (C), de color pardo, de textura franco y estructura de masiva porosa; seguido a este un horizonte de tipo (2Ab) de estructura bloques sub-angulares, finos y de grado débil; un horizonte (2Bwb) de textura franco arcilloso, estructura bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y de grado moderado. Finalmente se presenta un horizonte (2Cb) de estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,0), el contenido de materia orgánica es alto (7,56%) en la superficie, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. La capacidad de intercambio catiónico es alto (22 meq/100 g) y el porcentaje de

saturación de bases es medio (45,14%), lo que determina un nivel de fertilidad natural alta, caracterizado por una moderada capacidad de intercambio catiónico y una buena disponibilidad de nutrientes.

Esta unidad geomorfológica fue caracterizada por el perfil representativo PN2-P179. Estos suelos ocupan una superficie estimada en 275,13 ha, que representan el 0,748 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (22).

u. Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 23

Este subgrupo pertenece al Orden de los Inceptisoles, los cuales se caracterizan por tener un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados, en su perfil incluye un horizonte de diagnóstico B cámbico. A nivel de subgrupo presentan una fuerte reacción al fluoruro de Sodio (NaF), que nos indica suelos con propiedades ándicas.

La morfología del suelo descrito en calicata presenta un perfil edáfico del tipo Ap/A/Bw1/Bw2/2Ab, profundo (101 cm) en el rango de mayor a 100 cm, de buen drenaje. Se caracteriza por incluir un horizonte superficial (Ap) de 15 cm de espesor; de color pardo grisáceo oscuro; de textura franca; de estructura bloques sub-angulares, de tamaño fino a medio y grado moderado. Subyace un horizonte (A) de aproximadamente 15 cm de espesor, de textura franco arcillosa; de color pardo; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño grueso y grado moderado. Subyacen horizontes cámbicos (Bw1) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura franco arcillo-limosa; de color pardo grisáceo oscuro; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño grueso y grado moderado; (Bw2) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura franco arcillo-limosa; de color pardo grisáceo oscuro; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño medio y grado moderado; Subyace un horizonte enterrado (2Ab) de aproximadamente 35 cm de espesor, de textura franco arcillo-limosa; de color pardo grisáceo muy oscuro; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño fino y grado débil.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácido en la superficie pH (6,4), con niveles medios en materia orgánica (1,38 % en el rango para la costa) en la superficie, decreciendo a niveles bajos en el horizonte subsiguiente. La capacidad de intercambio (11,0 meq/100 g) es media y la saturación de bases (56,82 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana. Son suelos de buenas características físicas y químicas. No presentan limitaciones en estos suelos.

Se estima abarcan una superficie de aproximadamente 987,89 ha que significan el 2,686 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN7-P202 ubicado en la

forma de relieve denominada garganta, en pendientes del 25 al 40 %. En el mapa geopedológico está representado con el símbolo (23).

3.1.3. Medio Aluvial

Se presentan principalmente lo largo del río Quevedo, y sus tributarios, el cual atraviesa el cantón Quevedo Sur con una dirección N-S. Estos cauces han provocado la aparición de niveles de terrazas, valles fluviales.

Sus características son:

- Ecología: Arboricultura
- Formas del relieve: Terrazas bajas, terrazas medias, terrazas altas y valles fluviales.
- Geología: Depósitos aluviales principalmente cantos rodados, arenas, gravas, arenas.
- Edafología: Inceptisoles de textura variable, Suelos de origen deposicional, profundos y susceptibles a inundaciones en estación lluviosa.
- Cobertura natural: Vegetación herbácea húmeda medianamente alterada.
- Uso actual de las tierras: Principalmente Agrícola, cultivos semipermanentes (bananeras), sembríos de caña guadúa y palma africana.
- Infraestructura vial y poblacional:
Vías Principales: Quevedo - El Empalme, Quevedo Buena Fé Pichincha - Santa Ana - Portoviejo.
Poblados Principales: Quevedo, Chipe, Sitio Nuevo, La Victoria, El Pital, El Guayabo, La Cima, Agua Blanca, María Bonita, la China, La Puntilla, Las Minas, Las Culebras.
Peligros naturales: Erosión hídrica laminar e inundaciones anuales.

3.1.3.1. Depósitos Aluviales

Son depósitos recientes y están constituidos de cantos rodados, gravas, arenas y limos; contienen gran cantidad de materiales erosionados y arrastrados de los relieves adyacentes, las geoformas características de estos depósitos aluviales son los valles y terrazas ubicadas a lo largo de todo el cantón. Extensas terrazas aluviales se localizan en ambos márgenes del río Quevedo principalmente.

a. Oxyaquic Udifluvents (LDFF): Símbolo 24

Corresponden al Orden de los Entisoles. Son suelos poco profundos (21 a 50 cm), y de texturas franco limosos en la superficie y franco arcillo limosos en profundidad. Este suelo se encuentra en pendientes fuertes (2 a 5 %) sobre valles fluviales.

El perfil modal presenta horizontes A/C, de color pardo en la superficie y pardo oscuro a profundidad, con muchos moteados secundarios de color pardo rojizo oscuro en la superficie.

Los datos analíticos de laboratorio indican que estos suelos son de reacción ligeramente ácida (mayor a 6,0 a 6,5); con medio contenido de materia orgánica (mayor 1 a 2,0 %) en la superficie; su capacidad de intercambio catiónico es medio (de 11 a 20 cmol/kg) y su porcentaje de saturación de bases es mayor a 50 %, lo que determina una fertilidad natural media, caracterizada por una buena disponibilidad de nutrientes.

Se estima abarcan una superficie de aproximadamente 41,70 ha que significan el 0,113 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número CG1-P079, en el mapa geopedológico está representado con el símbolo (24).

b. Vertic Eutrudepts (KGDD): Símbolo 25

Los suelos de este subgrupo taxonómico se sitúan en el tipo de la forma de relieve denominada valle fluvial, en pendientes predominantes del 0 al 2 % (relieves planos).

Suelos que evidencian un incipiente desarrollo pedogenético, únicamente se pueden encontrar un horizonte producto de alteración física y transformación química denominado cámbico (Bw). A nivel de subgrupo presenta grietas dentro de los 125 cm de la superficie de suelo mineral.

La caracterización morfológica de estos suelos se lo realiza a partir de la descripción del perfil tipo A/AB/Bw/BC. Es moderadamente profundo (60 cm); de buen drenaje. Incluye un horizonte superficial (A) de 10 cm de espesor. Es de color pardo pálido, de textura franca, de estructura en bloques subangulares y angulares, de tamaño fino y grado fuerte; presenta muchos moteados principales de color pardo fuerte, de tamaño medio, contraste prominente y límite claro, y pocos moteados secundarios de color rojo amarillento, finos, contraste prominente y límite difuso. Subyace un horizonte de transición (AB) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura franco arcillo limosa, de color pardo, estructurado en bloques subangulares, de tamaño fino y de grado fuerte; con moteados de color pardo amarillento, en abundancia muchos, tamaño medio, contraste distinto y límite claro. Seguido por un horizonte cámbico (Bw) de aproximadamente 18 cm de espesor, de textura franco arcillo arenosa, de color pardo, de estructura en bloques subangulares de tamaño fino y grado moderado; moteados de color pardo fuerte, abundancia muchos, tamaño medio, contraste distinto y límite claro. Bajo de este horizonte se identifica un horizonte de transición (BC) de 22 cm y más de espesor, de color pardo pálido, de textura franco arcillo arenoso, con estructura en bloques subangulares, de tamaño medio a grueso de grado moderado, a, masiva; con presencia de moteados de color pardo fuerte, comunes, de tamaño medio, contraste prominente y límite claro.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida, pH (6,4) en la superficie y prácticamente neutra a profundidad, pH (6,8), con niveles

altos en materia orgánica (2,38 % en el rango para la costa) en la superficie, decreciendo en el interior. La capacidad de intercambio (17,0 meq/100 g) es media y la saturación de bases (56,69 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana.

Se estima abarcan una superficie de aproximadamente 230,70 ha que significan el 0,627 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN8-P195, que en el mapa geopedológico está representado por el símbolo (25).

c. Typic Eutrudepts (KGDV): Símbolo 26

Este subgrupo corresponde al Orden de los Inceptisoles, los cuales se caracterizan por tener un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados, en su perfil incluye un horizonte de diagnóstico B cámbico. Son de texturas francas en la superficie y franco arcillosas a profundidad; de drenaje natural bueno, es decir eliminación fácil de agua de precipitación, aunque no rápidamente; moderadamente profundos (80 cm) en el rango de > 100 cm.

El perfil modal incluye a horizontes Ap/Bw/2Bt1/2Bt2 de color pardo amarillento oscuro en seco en la superficie, pardo muy oscuro en húmedo en Bw y 2Bt1, y en el 2Bt2 color pardo oscuro y negro. Son suelos de depositación de ceniza, de eventos volcánicos recientes sobre Alfisoles.

De los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción medianamente ácida (pH >5,5) en la superficie y en profundidad; el contenido de materia orgánica en la superficie es alto (3,4 %) y decrece en profundidad. La saturación de bases (mayor al 50 %) es alta y la capacidad de intercambio media, por lo que podemos deducir, que estos suelos tienen una fertilidad natural mediana.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN5-P058. Ocupa una superficie calculada en 538,54 ha que representan el 1,464 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (26).

d. Fluventic Dystrudepts (KGEQ): símbolo 27

Los suelos de este subgrupo taxonómico corresponden al Orden de los Inceptisoles, y se caracterizan por presentar un desarrollo incipiente con una diferenciación mínima a nivel del horizonte cámbico en textura, color y/o estructura. Es de nivel de pendiente muy suave, con pendientes de 2 a 5 %, y las texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosas profundidad en el horizonte cámbico (Bw), hacen que estos suelos tengan un drenaje interno moderado, es decir eliminación lenta de agua de precipitación. Son suelos moderadamente profundos (63 cm), en el rango de 51 a 100 cm.

Morfológicamente, son suelos de perfil A/Bw/BC/CB, de color gris muy oscuro en el Ap, pardo oscuro en el Bw, pardo en el BC, y pardo con pardo amarillento oscuro en el CB.

Con relación a los datos de laboratorio, son suelos de reacción prácticamente neutro pH (6,9), el contenido de materia orgánica es medio en la superficie (1,46 %) en la superficie y decreciendo a profundidad, en el rango referencial para la costa ecuatoriana. La capacidad de intercambio catiónico (23 meq/100 g) alto y el porcentaje de saturación de bases (39,74 %) es medio, lo que determina un nivel de fertilidad natural mediano, caracterizado por una buena disponibilidad de nutrientes.

Este subgrupo ocupa una superficie de 1 143,35 ha, que corresponden al 3,109 % de la superficie total del cantón. El perfil representativo corresponde al PN5-P205, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (27).

e. Typic Endoaquepts (KAJK): Símbolo 28

Corresponden al Orden de los Inceptisoles. Se encuentran en pendientes que van de 2 a 5 %. Son suelos de textura franco en la superficie y franco arcilloso a profundidad, mal drenados, es decir eliminación muy lenta de agua en relación del suministro; suelos poco profundos.

El perfil modal presenta un perfil donde se pueden apreciar horizontes A/Bw/C1/C2, de color en húmedo, pardo grisáceo en la superficie y gris a profundidad.

Los datos analíticos de laboratorio indican que estos suelos son de reacción ligeramente ácido (pH 6,0 a 6,5); el contenido de materia orgánica es alto (mayor a 2,1 %) en la superficie, decreciendo en profundidad; la capacidad de intercambio catiónico (11 a 20 cmol/kg) es medio y el porcentaje de saturación de bases (mayor a 50 %) es alto, lo que determina una fertilidad natural media, caracterizada por una buena disponibilidad de nutrientes.

Este subgrupo ocupa una superficie de 305,49 ha, que corresponden al 0,831 % de la superficie total del cantón. El perfil representativo corresponde al CG1-P088, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (28).

f. Dystric Fluventic Eutrudepts (KGDO): Símbolo 29

Corresponden al Orden de los Inceptisoles. Se encuentran en pendientes que van de 2 a 5 %. Son suelos de textura franca en la superficie a franco arcillosa a profundidad, bien drenados, es decir son suelos con una capacidad de retención óptima e intermedia de agua, pero no están suficientemente saturados cerca de la superficie o por periodos largos de tiempo; suelos moderadamente profundos.

El perfil modal presenta un perfil donde se pueden apreciar horizontes A/Bw/C1/C2, de color en húmedo, pardo claro en la superficie y a profundidad.

Los datos analíticos de laboratorio indican que estos suelos son de reacción ligeramente ácida (pH 6,0 a 6,5); el contenido de materia orgánica es alto (mayor a 2,1 %) en la superficie, decreciendo en profundidad; la capacidad de intercambio catiónico (11 a 20 cmol/kg) es medio y el porcentaje de saturación de bases (mayor a 50 %) es alto, lo que determina una fertilidad natural alta, caracterizada por una óptima disponibilidad de nutrientes.

El perfil representativo es el CG1-P082. Estos suelos se encuentran ocupando 172,75 ha que corresponden el 0,470 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (29).

g. Andic Dystrudepts (KGEF): Símbolo 30

Este subgrupo pertenece al Orden de los Inceptisoles, los cuales se caracterizan por tener un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados, en su perfil incluye un horizonte de diagnóstico B cámbico. A nivel de subgrupo presentan una fuerte reacción al Floruro de Sodio (NaF), que nos indica suelos con propiedades ándicas.

La morfología del suelo descrito en calicata presenta un perfil edáfico del tipo A1/A2/Bw1/Bw2/2Ab/2C, moderadamente profundo (90 cm) en el rango de 51 a 100 cm, de buen drenaje. Se caracteriza por incluir un horizonte superficial (A1) de aproximadamente 15 cm de espesor; de color pardo; de textura franco limosa; de estructura bloques sub-angulares, de tamaño fino a medio y grado fuerte. Subyace un horizonte (A2) de aproximadamente 10 cm de espesor, de textura franco limosa; de color pardo amarillento; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño fino a medio y grado fuerte. Subyacen horizontes cámbicos (Bw1) de aproximadamente 20 cm de espesor, de textura franco limosa; de color amarillo parduzco; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño medio a grueso y grado débil; (Bw2) de aproximadamente 30 cm de espesor, de textura franco limosa; de color pardo; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño grueso y grado moderado. Subyace horizonte enterrados (2Ab) de aproximadamente 15 cm de espesor, de textura franco limosa; de color pardo amarillento oscuro; estructurado en bloques sub-angulares de tamaño fino y grado moderado. Finalmente (2C) de aproximadamente 20 cm; sin estructura, masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácido en la superficie y profundidad pH (6,4-6,5), con niveles altos en materia orgánica (3,82 % en el rango para la costa) en la superficie, decreciendo a niveles bajos en el horizonte subsiguiente. La capacidad de intercambio (25,0

meq/100 g) es alta y la saturación de bases (57,12 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana. Son suelos de buenas características físicas y químicas. No presentan limitaciones en estos suelos.

Se estima abarcan una superficie de aproximadamente 1 306,11 ha que significan el 3,551 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN7-P209 ubicado en la forma de relieve denominada terraza media, en pendientes del 0 al 5 %. En el mapa geopedológico está representado con el símbolo (30).

h. Aquic Eutrudepts (KGDK) Símbolo 31

Este subgrupo corresponde al Orden de los Inceptisoles, y se caracterizan por presentar un desarrollo incipiente con una diferenciación mínima a nivel del horizonte cámbico en textura, color y/o estructura. Son de texturas franco arcillosas; de drenaje natural moderado, es decir eliminación lenta del agua de precipitación; poco profundos (41 cm) en el rango de 21 a 50 cm. Presenta características acuicas redoximórficas en la parte inferior del perfil.

El perfil modal incluye a horizontes A/Bw/C1/C2, de color pardo pardo oscuro en la superficie, seguido de un pardo grisáceo muy oscuro en el Bw, gris oscuro en el C, con moteados pardo oliva.

De los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción ligeramente ácida (pH 6,3) en la superficie y decreciendo a profundidad; el contenido de materia orgánica en la superficie es alto para la costa (2,02 %) y decreciendo en profundidad. La saturación de bases (mayor al 50 %) alta y la capacidad de intercambio catiónico media, por lo que podemos deducir, que estos suelos tienen una fertilidad natural alta, caracterizada por una óptima disponibilidad de nutrientes.

Los perfiles representativos de este subgrupo corresponden a los asignados con el número PN5-P208 y CG4-P056. Ocupa una superficie calculada en 357,37 ha que representan el 0,972 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (31).

i. Andic Udifluvents (LDfC) Símbolo 32

Se encuentran formados en la forma de relieve denominada terraza media de depósitos aluviales, en pendientes planas (0 al 2 %). Corresponden al Orden de los Entisoles, los cuales se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos. Presentan una ligera reacción al NaF (fluoruro de sodio) que indica suelos con propiedades ándicas. Son suelos francos en superficie y franco arenosos a profundidad, con buen drenaje es decir que la eliminación del agua es fácil aunque no rápidamente, moderadamente profundos (70 cm).

El perfil modal incluye a horizontes A1/A2/2Ab/2C el horizonte superficial A1 es de color pardo oscuro con una estructura de bloques subangulares finos y de grado fuerte; el horizonte A2 es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa estructura de bloques subangulares medios y de grado moderado, a los cuales subyacen dos capas de texturas franco arenosas y de colores pardo amarillento oscuro.

De los datos de laboratorio se deduce que, son suelos con pH ligeramente ácido (6,3), al contenido de materia orgánica es alto (2,34 %) según los rangos correspondientes a la costa. La saturación de bases es alta (51,92 %), alta capacidad de intercambio catiónico (25 meq/100 g), por lo que se deduce, que estos suelos tienen una alta fertilidad, caracterizada por la óptima disponibilidad de nutrientes para las plantas.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PM4-P205. Ocupa una superficie calculada en 1 211,001 ha que representan el 3,293 % de la superficie total del cantón, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (32).

3.1.4. Tierras misceláneas

Áreas no consideradas propiamente como suelos por lo que no es posible caracterizarla como unidad de suelo y clasificarla taxonómicamente.

Este tipo de unidad ocupa una superficie de 384,95 ha, que corresponden al 1,047 % de la superficie total del cantón.

Los nombres de tierras misceláneas son utilizados de la misma manera que los nombres de la taxonomía de suelos al identificar las unidades cartográficas (Soil Survey Manual, 1993).

3.2. Resumen órdenes de suelos

En el cantón Quevedo Sur se observó en su mayoría un paisaje caracterizado en su mayoría por superficies disectadas, gargantas, y vertientes de llanura. En sectores puntuales se presentan superficies de cono de esparcimiento y en menor proporción terrazas altas, medias y valles fluviales e indiferenciados ubicados principalmente a lo largo de los ríos.

El cantón Quevedo Sur es el mayor centro económico y comercial de la provincia de Los Ríos, entregando divisas de la exportación de sus productos agrícolas como: banano, café, cacao, palo de balsa, caucho, palma africana, frutales, soya, maíz, entre otros.

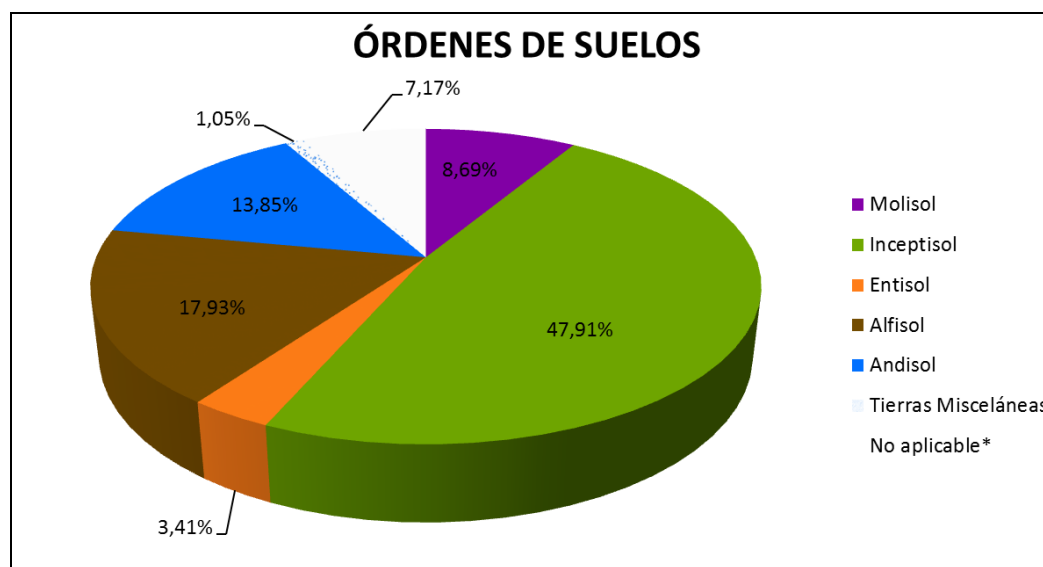
3.2.1. Perfiles

Para la caracterización edafológica del cantón Quevedo Sur se realizaron 26 perfiles modales los cuales están detallados en fichas, tal y como se lo puede encontrar en el Anexo 3.

3.2.2. Localización y Superficies

El cantón Quevedo Sur, ocupa 36 777,31 ha de superficie intervenida; donde predominan ampliamente suelos del orden de los inceptisoles con 17 621,60 ha (47,91%), seguidos de los alfisoles con 6 595,66 ha (17,93 %), los andisoles con 5 092,20 ha (13,85 %), los molisoles 3 194,66 ha (8,69 %), y los entisoles con 1 252,70 ha (3,41%) tal como lo muestra el Gráfico 3.1

Gráfico 3.1. Porcentaje de ocupación de los suelos a nivel de Orden

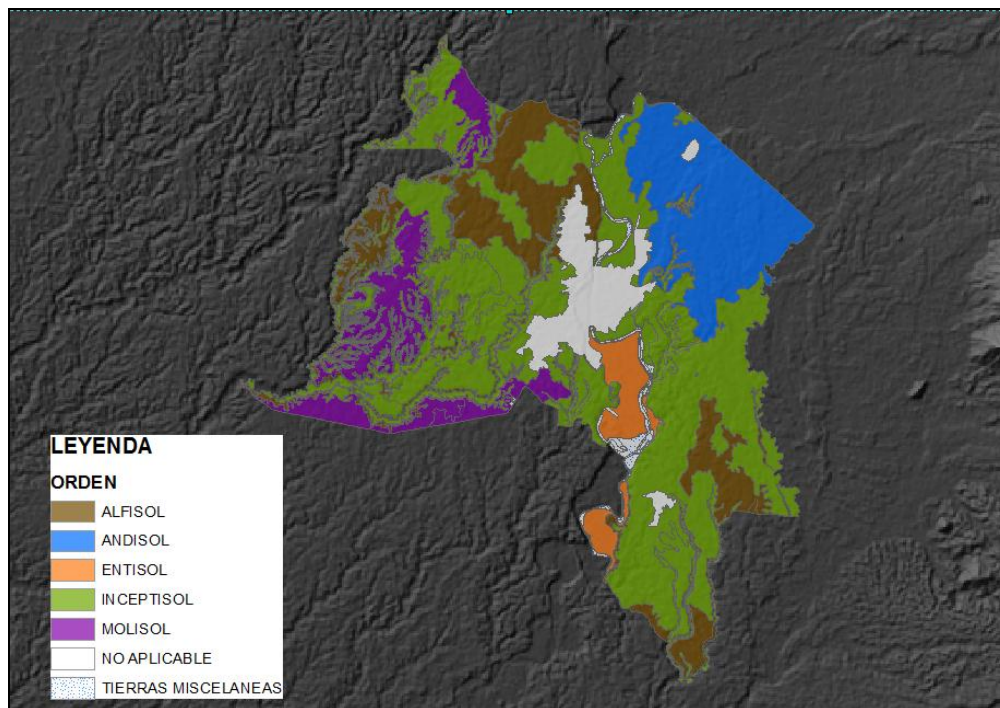


Fuente: IEE- MAGAP (CGSIN), 2013.

Cuadro 3.1. Órdenes de suelos en el cantón Quevedo Sur

Orden de Suelos (Soil Survey Staff, 2006)	Superficie	
	ha	%
Inceptisoles	17 621,60	47,91
Alfisol	6 595,66	17,93
Andisoles	5 092,20	13,85
Molisol	3 194,66	8,69
Entisoles	1 252,70	3,41
Tierras misceláneas	384,95	1,05
No aplicable	2 635,54	7,17

Fuente: Mapa geopedológico 1: 25 000 IEE-MAGAP (CGSIN), 2013.

Figura 3.1. Ubicación geográfica de órdenes de suelos

Fuente: IEE- MAGAP (CGSIN), 2013.

El área no aplicable corresponde a ríos y centros poblados, representan el 7,17 %. Las tierras misceláneas con el 1,05 %, corresponden a tierras que no están caracterizadas como unidades de suelos o unidades taxonómicas.

3.2.2.1. Inceptisoles

Los principales subgrupos de los Inceptisoles encontrados en el cantón pertenecen a dos subórdenes, y a tres grandes grupos como se muestra a continuación:

Cuadro 3.2. Inceptisoles en el cantón Quevedo Sur

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Inceptisol	Aquepts	Endoaquepts	Typic Endoaquepts	305,49
	Udepts	Dystrudepts	Humic Dystrudepts	2 479,54
			Fluventic Dystrudepts	1 143,35
			Andic Dystrudepts	1 2392,37
		Eutrudepts	Vertic Eutrudepts	230,70
			Typic Eutrudepts	538,54
			Dystric Fluventic Eutrudepts	172,75
			Dystric Eutrudepts	1,49
			Aquic Eutrudepts	357,37
			Total	

Fuente: IEE- MAGAP (CGSIN), 2013.

Los Inceptisoles con un área de 17 621,60 ha, representan el 47,91% del área total del cantón; espacialmente se encuentran distribuidos a lo largo y ancho de todo el cantón, en las unidades morfológicas de: terrazas, gargantas, superficies disectadas y de cono de esparcimiento, valles indiferenciados y fluviales. Figura 3.1.

Los principales grades grupos se describe a continuación:

Aquepts, son inceptisoles que están saturados de agua en algún período del año. A nivel de subgrupo no muestran características pertenecientes a otros subgrupos (subgrupo Typic).

Dystrudepts, son inceptisoles con una saturación de bases menor al 60 % en uno o más horizontes a una profundidad entre 25 y 75 cm. A nivel de subgrupo se diferencian por la presencia de un epipedón mólico o úmbrico (subgrupo Humic), por tener características ándicas como densidad aparente < 1 y reacción al NaF (subgrupo Andic), y por situarse en pendientes menores a 25 % con una disminución irregular de contenido de carbono (subgrupo Fluventic).

Eutrudepts, los inceptisoles de este gran grupo presentan una saturación de bases de 60 por ciento o más en uno o más horizontes, a nivel de subgrupo se diferencian aquellos que muestran grietas superficiales (subgrupo Vertic), aquellos que se sitúan en pendientes menores a 25 % con una disminución irregular de contenido de carbono y no tienen carbonatos libres dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (subgrupo Dystric Fluventic), aquellos que no presentan carbonatos libres dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (Dystric), los que tienen características acuicas redoximórficas dentro de los 60 cm de la superficie del perfil, y los que no muestran características pertenecientes a otros subgrupos (subgrupo Typic).

3.2.2.2. Alfisoles

Los principales subgrupos de los Alfisoles encontrados en el cantón pertenecen a un suborden, y a dos grandes grupos como se muestra a continuación:

Cuadro 3.3. Alfisoles en el cantón Quevedo Sur

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Alfisol	Udalfs	Paleudalfs	Vertic Paleudalfs	226,02
			Typic Paleudalfs	1 842,09
			Mollic Paleudalfs	2 672,65
		Hapludalfs	Inceptic Hapludalfs	915,50
			Andic Hapludalfs	939,40
Total				6 595,66

Fuente: IEE- MAGAP (CGSIN), 2013.

Los Alfisoles con un área de 6 595,66 ha, representan el 17,93 % del área total del cantón; espacialmente se encuentran distribuidos en el noroeste y sureste del

cantón, en las unidades morfológicas de: superficies disectadas y vertientes de llanura aluvial antigua. Figura 3.1

Los principales grades grupos se describe a continuación:

Paleudalfs, son alfisoles que tienen un horizonte argílico con matices de 7.5 YR o más rojo y en el que el contenido de arcilla no disminuye más de 20 % de su máximo dentro de 150 cm. A nivel de subgrupo se diferencian aquellos que muestran grietas superficiales (subgrupo Vertic), aquellos que presentan un epipedón mólico (subgrupo Mollic) y aquellos que no muestran características pertenecientes a los otros subgrupos (subgrupo Typic).

Hapludalfs, son alfisoles que tienen un horizonte argílico, pero que no tuvieron una característica para diferenciarlos a nivel de gran grupo y son formados en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo se diferencian aquellos que presentan un horizonte argílico de 35 cm o menos de espesor (Inceptic) y aquellos que tienen características ándicas (Andic).

3.2.2.3. Andisoles

Los principales Subgrupos de los Andisoles encontrados en el cantón pertenecen a un suborden, y a un gran grupo como se muestra a continuación:

Cuadro 3.4. Andisoles en el cantón Quevedo Sur

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Andisol	Udands	Hapludands	Typic Hapludands	5 092,20
Total				5 092,20

Fuente: IEE- MAGAP (CGSIN), 2013.

Los Andisoles, con 5 092,20 ha, representan un 13,85 % del área total, se encuentran espacialmente distribuidos noreste del cantón Quevedo Sur, en las unidades morfológicas de: superficie de cono de esparcimiento, superficies disectadas y gargantas. Figura 3.1.

El principal gran grupo se describe a continuación:

Hapludands, que son suelos que presentan características mínimas de sus horizontes en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo no muestran ninguna característica en especial (subgrupo Typic).

3.2.2.4. Molisoles

Los principales subgrupos de los Molisoles encontrados en el cantón pertenecen a un suborden, y a dos grandes grupos como se muestra a continuación:

Cuadro 3.5. Molisoles en el cantón Quevedo Sur

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Molisol	Udolls	Argiudolls	Oxic Argiudolls	484,56
		Hapludolls	Andic Hapludolls	2 710,10
Total				3 194,66

Fuente: IEE- MAGAP (CGSIN), 2013.

Los Molisoles con un área de 3 194,66 ha, representan el 8,69 % del área total del cantón; espacialmente se encuentran distribuidos al oeste del cantón, en las unidades morfológicas de: superficies disectadas. Figura 3.1

Los principales grades grupos se describe a continuación:

Argiudolls, que son suelos que tienen un horizonte argílico bajo un epipedón mólico en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo se presentan aquellos que tienen un CIC menor a 24 meq/100 g (subgrupo Oxic).

Hapludolls, que son suelos que tienen las características de un epipedón mólico en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo se diferencian aquellos que poseen características ándicas como densidad aparente < 1 y reacción al NaF (subgrupo Andic).

3.2.2.5. Entisoles

Los principales subgrupos de los Entisoles encontrados en el cantón pertenecen a un suborden, y a un gran grupo como se muestra a continuación:

Cuadro 3.6. Entisoles en el cantón Quevedo Sur

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Entisol	Fluents	Udifluents	Oxyaquic Udifluents	41,70
			Andic Udifluents	1 211,00
Total				1 252,70

Fuente: IEE- MAGAP (CGSIN), 2013.

Los Entisoles con un área de 1 252,70 ha, representan el 3,41 % del área total del cantón; espacialmente se encuentran distribuidos al sur del cantón, en las unidades morfológicas de: terrazas y valles fluviales. Figura 3.1

Los principales grades grupos se describe a continuación:

Udifluents, los cuales se caracterizan por tener un origen fluvial en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo se diferencian los que presentan características ándicas (subgrupo Andic) y aquellos que están saturados con

agua en una o más capas dentro de los 100 cm de superficie del suelo en años normales por 20 o más días consecutivos o por 30 o más días acumulativos (Oxyaquic).

IV. CONCLUSIONES

- Los Inceptisoles caracterizados por tener un incipiente desarrollo pedogenético, o sea de poco desarrollo de los horizontes, son los suelos más abundantes correspondientes al (47,91%), distribuidos a lo largo y ancho del cantón.
- En el sureste y noreste del cantón Quevedo sur se encuentran los Alfisoles, correspondientes al (17,93 %) del área total; se encuentran distribuidos en las unidades morfológicas de superficies disectadas y vertientes de llanura antigua.
- Los Andisoles, representan un (13,85 %) del área total, se encuentran espacialmente distribuidos en el noreste del cantón Quevedo Sur, los Molisoles, ocupan un (8,69 %) y se distribuyen al oeste del cantón.
- Los Entisoles ocupan pequeñas áreas con relación a la superficie del cantón (3,41 %) respectivamente y se distribuyen en la parte sur del cantón.

V. RECOMENDACIONES

- Impulsar de una manera adecuada el acceso a la información generada a los gobiernos seccionales para que puedan desarrollar planes de desarrollo agrícola, turístico, pecuario, etc., con el fin de implementar medidas políticas y económicas para desarrollar los diferentes planes.
- Emplear la información geopedológica generada para alentar los planes de desarrollo, procesos de valoración de tierra, planes de ordenamiento territorial, plan de manejo ambiental, zonificaciones agro ecológicas, etc., por medio de los gobiernos autónomos descentralizados.
- Recomendar a los centros de investigaciones para que la información geopedológica generada se utilice en investigaciones aplicadas a la temática de manejo y conservación del recurso suelo.

VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Ayala, F.; Olcina, J. 2002. *Riesgos naturales*. Barcelona, ES, Ediciones Ariel. p. 870.
2. Alexander, M. 1980. Introducción a la Microbiología del Suelo. México, D.F., MX, Libros y editoriales S.A. p. 142, 243.
3. Baccaro, K.; Degorgue, M.; Lucca, M. 2006. Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar del Plata. Argentina, INTA. 100 p.
4. Bautista, F.; Palacios, G. 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. México, Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, INE-Semarnat, Conacyt. s.p.
5. Brady, N. y Weil, R. 2008. The nature and properties of soils. 14th ed. New Jersey, US. p. 337-344.
6. Buol, S.; Sánchez, R.; Cate, B.; Granger, M. 1975. Clasificación de suelos en base su fertilidad. Universidad Estatal de Carolina de Norte, US.
7. Casanova, M.; Vera, W. 2004. Edafología, guía de clases prácticas. Universidad de Chile. p. 51.
8. CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos); PRONAREG (Programa Nacional de Regularización); INERHI (Instituto Nacional Ecuatoriano de Recursos Hídricos); DINAC (Dirección Nacional de Avalúos y Catastros); SECS (Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo); Universidad Central del Ecuador. 1990. Manual para estudios de suelos. Quito, EC. p. 36-44
9. CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica). 1973. Hoja Geológica: Chone (hoja 12). Quito, EC. Esc. 1: 100 000. Color.
10. Cortés, A.; Malagón, D. 1983. Levantamientos de suelos y sus aplicaciones multidisciplinarias. Mérida, Venezuela, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. 409 p. (Serie Suelos y Clima SC-58).
11. Cuello, M. 2003. Estimación de la producción y transporte de sedimentos en la cuenca alta del río Yaque del norte y del río Guanajuma República Dominicana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 8 p.
12. De La Rosa, D. 2008. Evaluación agro-ecológica de suelos. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. 404 p.
13. Derruau, M. 1970. Geomorfología. Barcelona, ES, Ariel S.A.
14. Dorronsoro, C. s.f. Clasificación y cartografía de suelos. España, Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada. Internet. www.edafologia.ugr.es/carto. Acceso: enero 2009.
15. Duch, J; Bayona, A; Labra, C; Gama, A. sf. Sistema de evaluación de tierras para la determinación del uso potencial agropecuario y forestal de México. 30 p.
16. Duque P. 2000. Léxico Estratigráfico del Ecuador. Quito, EC, CODIGEM.

- 17.Elizalde, G. y Vilorio, J. 2001. Lectura de mapas y ubicación de suelos. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Edafología. 4 p. (Práctica N° 12).
- 18.Espinosa, N. 1998. Modelo agrológico para la costa sur ecuatoriana. Quito, EC, CLIRSEN. s.p.
- 19.FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural: Evaluación de los recursos de la tierra y la función de sus indicadores (en línea). Boletín de tierras y aguas de la FAO No. 5. Roma. Consultado 11 de junio del 2010. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/004/W4745S>
- 20._____. 2003. Proyecto regional "Ordenamiento territorial rural sostenible": evaluación de tierras con metodologías de FAO. Santiago, CL. p. 9.
- 21._____. 2009. Guía para la descripción de suelos. Trad. R. Vargas. 1 ed. Roma. 99 p.
- 22.Farr, T. 2008. The shuttle radar topography mission. California, USA, Institute of Technology.
- 23.Felicísimo, A. 2004. Modelos digitales del terreno introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales. Internet. www.etsimo.uniovi.es. Acceso: junio 2009.
- 24.Forsythe, W. 1995. Manual de laboratorio de física de suelos. San José, CR, IICA. p. 42.
- 25.Foucalt, A. y Raoult, J-F. 1985. Diccionario de Geología. 1 ed. Barcelona, ES, Editora Masson S.A.
- 26.Fuentes, J. 1999. El suelo y los fertilizantes. 5 ed. Madrid, ES, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Ediciones Mundi- Prensa. p. 216-283.
- 27.Gallardo, L.; Gonzáles, M.; Pérez, C. 2002. La materia orgánica del suelo y sus repercusiones ambientales. Portoviejo, EC, SECS. p. 15-18. (Memoria técnica).
- 28.García, I.; Dorronsoro, C. 2010. Contaminación del suelo. España, Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada España, Unidad docente e investigadora de la Facultad de Ciencias. Internet. www.edafologia.ugr.es.
- 29.Gavande, S. 1993. Física de suelos, principios y aplicaciones. Editorial Limusa-Wiley S. A. p. 34.
- 30.González, A. 1976. Características químicas y físicas de dos suelos cultivados en la provincia de Sevilla. Sevilla, ES, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto. 49 p.
- 31._____. Maldonado, F.; Mejía, L. 1986. Memoria explicativa del mapa de suelos del Ecuador. Quito, EC, Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. 41 p.
- 32._____. Acosta, J; Andrade, S. 2008. Evaluación de las inundaciones de la cuenca baja del río Guayas datos y manejo. In XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, EC. p 4.
- 33.Guarachi, E. 2001. Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor en el distrito de Machaca, provincia de Ayopaya. Tesis de maestría profesional en suelos. BO, CLAS. p. 16,18.
- 34.Gutiérrez, M. 2008. Geomorfología. Madrid, ES, Pearson Educación S.A.

35. Ibañez, J. 2008. Tipos de suelos salinos. Internet. www.madridmasd.org. Acceso: enero 2010.
36. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1992. Fertilización en diversos cultivos. 5 Aprox. Bogotá, CO, Subgerencia de Investigación, Sección Recursos Naturales, Centro de Investigación Tibaitatá. 64 p. (Manual de Asistencia Técnica N° 25).
37. IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1973a. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 3 ed. Bogotá, Ministerio de Hacienda y Crédito Público. 153 p.
38. _____. 1973b. Programa Nacional de Inventario y Clasificación de Tierras. Bogotá, Ministerio de Hacienda y Crédito Público. p. 33-35.
39. INAB (Instituto Nacional de Bosques). sf. Clasificación de tierras por capacidad de uso. GT. p. 9, 12.
40. INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fósforo). 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos. Norcross, USA, Potash & Phosphate Institute. p. 1-9.
41. _____. SECS (Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo). 1998. Memorias del seminario internacional de fertigación. Editor José Espinosa. Quito, INPOFOS, SECS. p. 180-193.
42. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2000. Metodologías de análisis físico químico de suelos, aguas y foliares. Preparado por S. Alvarado. Quito, Estación Experimental Santa Catalina, Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. 60 p.
43. _____. 2006a. Metodologías de: Química de suelos. Comp. Y. Cartagena. Quito, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. 41 p.
44. _____. 2006b. Metodologías de: Física de suelos. Comp. Y. Cartagena. Quito, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. 51 p.
45. _____. 2008. Metodologías de: Física de suelos. Quito, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. 94 p.
46. _____. 2009. Niveles para la Interpretación de análisis de suelos. Quito, Estación Experimental Santa Catalina, Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. (Hoja de interpretación oficial).
47. Israelsen, O.; Hansen, V. 1985. Principios y aplicaciones de riego. Editorial Reverté. Barcelona, ES. Internet: <http://books.google.com.ec>. Acceso: Junio 2010. p. 221.
48. Jordán, A. 2010. Manual de Edafología. Universidad de Sevilla. 7 p.
49. Juárez, M.; Sánchez J.; Sánchez, A. 2006. Química del suelo y medio ambiente. Universidad de Alicante. 743 p.
50. Jarvis, A. 2004. Practical use of SRTM data in the tropics-comparisons with digital elevation models generated from cartographic data. CIAT. (Working document No. 198).
51. López, C. 2005. El establecimiento de geoparques en México: un método de análisis geográfico para la conservación de la naturaleza en el contexto del manejo de cuencas hídricas. INE (Instituto Nacional de Ecología, MX). Dirección General de Investigación

- de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas - Dirección de manejo integral de cuencas hídricas.
52. Luzuriaga, C.; Mendoza, E. 1992. Métodos de análisis: suelos y foliares. Tumbaco, EC, MAG-ORSTOM. p. 41-48.
 53. _____. 2001. Curso de edafología general. Quito, EC, Instituto Agropecuario Superior Andino, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 33-34.
 54. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, EC); ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique Et Technique Outre Mer). 1980. Leyenda de los mapas de suelos de la sierra. Quito, PRONAREG. Esc. 1: 50 000. 12 p.
 55. _____. 1982. Leyenda de los mapas morfopedológicos del Ecuador. Quito, PRONAREG. Esc. 1: 200 000.
 56. _____. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos, EC). 2002. Proyecto de generación de información georeferenciada para el desarrollo sustentable del sector agropecuario. Quito, EC. (Informe Final).
 57. _____. PRAT (Programa de Regulación y Administración de Tierras Rurales, EC). 2008. Metodología de valoración de tierras. Quito. p. 88, 129.
 58. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); MIRENEM (Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas, CR). 1995. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. p 23-25.
 59. Mejía, L. 1997. Mapa general de clasificación por capacidad-fertilidad: suelos del Ecuador. Quito, EC, Fundación Peña Durini, INPOFOS, IGM, IPGH. 57 p.
 60. _____. 2009. Manual para el levantamiento de suelos de la cuenca del río Guayas: enfoque fisiográfico. Quito, EC. 50 p.
 61. Miller, A. 1982. Climatología. 5 ed. Barcelona, ES. p 15.
 62. Moreno, A. 2008. Sistemas y análisis de la información geográfica: manual de autoaprendizaje con ArcGis. 2 ed. México D.F., Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. 940 p.
 63. Muñoz, C. s.f. Métodos de análisis físicos-químicos de suelos. Quito, EC. p. 17-18.
 64. Narro, E. 1994. Física de Suelos: con enfoque agrícola. 1 ed. México D.F., MX. Editorial Trillas. p. 33, 46.
 65. Navarro, G.; Navarro, S. 2003. Química Agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2 ed. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. 487 p.
 66. Osorio, N. s.f. Muestreo de suelos. Medellín, CO, Universidad Nacional de Colombia. s.p.
 67. Padilla, W. 2007. Fertilización del suelo y nutrición vegetal. Cuarta edición. Quito, EC, Agrobiolab. 1 disco compacto.
 68. Pereira, J. 2000. Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor en la cuenca Viloma (Método T. C. Sheng). Tesis maestría profesional en: Información de suelos para el manejo de recursos naturales. BO, CLAS. 4 p.

- 69.PMA: GCA (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas). 2007. Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No.4. 432 p. (1 CD-ROM).
- 70.Porta, J.; López-Acevedo, M. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3 ed. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa. p. 38.
- 71._____; Acevedo, M. 2005. Agenda de campo de suelos. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. p. 138, 541.
- 72._____; López-Acevedo, M. y Poch, R. 2008. Introducción a la edafología: uso y protección del suelo. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. p. 235; 345-359.
- 73.Richards, L. 1970. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica. 169 p.
- 74.Richters, E. 1995. Manejo del uso de la tierra en América Central hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. San José, CR. p. 169.
- 75.Rioduero. 1972. Geología y mineralogía. Madrid, ES, Ediciones Rioduero.
- 76.Romer H. 1969. Fotogeología aplicada. Buenos Aires, Argentina, Editorial Universitaria.
- 77.Rossiter, D. 1996. Evaluación de tierras: éxitos y retos. XIII Congreso Latino Americano de la Ciencia del Suelo. Sao Paulo, Brasil. s.p.
- 78._____. 1999. Notas de conferencia: bases de datos geográficos de suelos y el uso de programas para su construcción. Trad. R. Vargas 1 ed. en español 2006. ITC (International Institute for Geo-information Science & Earth Sciences), Universidad Mayor de San Simón-Centro Clas. 58 p.
- 79._____. 2000. Metodologías para el levantamiento del recurso suelo: texto base. Trad. R. Vargas 2004. ITC, Soil Science Division. s.p.
- 80.Sánchez, J. s.f. Proceso de rectificación de una imagen aérea para obtener una ortoimagen digital.
- 81.Soil Survey Staff. 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. Internet. www.soils.usda.gov/technical/manual. 22p
- 82._____. 1999. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. U.S. Department of Agriculture Handbook 10, 436. 869 p.
- 83._____. 2006. Claves para la taxonomía de suelos. Trad. S. Ortiz y Ma. del C. Gutiérrez. 1 ed. en español 2006. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales. 331 p.
- 84.Tarback E.; Lutgens F. 2008. Ciencias de la tierra (una introducción a la geología física). 8 ed. España, Editorial Prentice Hall.
- 85.Torres, E. 1981. Manual de conservación de suelos agrícolas. 1 ed. México. Editorial Diana. p. 29-31, 73.
- 86.Thompson, L.; Troeh, F. 1988. Los suelos y su fertilidad. 4 ed. Barcelona, ES, Editorial Reverté S.A. 649 p.
- 87.UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del Río Paute). 1985. Manejo de la Cuenca del Río Paute. Ecuador. 151 p.

88. Urbano, P. 1992. Tratado de fitotecnia general. Madrid, ES. Ediciones Mundi-Prensa. Internet: <http://books.google.com.ec>. Acceso: Junio 2010. p. 34.
89. Van Zuidam, R.A. 1985. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. Netherlands, Printed Smith Publishers.
90. Villota, H. 1991. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Bogota D.C., CO, IGAC. 211 p.
91. Whitten D.; Brooks, J. 1980. Diccionario de geología. 1 ed. en castellano. Madrid, ES, Editorial Alianza.
92. Winckell, A.; Zebrowski, C.; Sourdat, M. 1997a. Los paisajes naturales del Ecuador. Quito, EC, CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM. v. 2 (Geografía Básica del Ecuador), tomo 4 (Geografía Física), 417 p.
93. _____; Marocco, R.; Winter, T.; Huttel, C.; Pourrut, P.; Zebrowski, C.; Sourdat, M. 1997b. Las condiciones del medio natural. Quito, EC, CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM. v. 1 (Geografía Básica del Ecuador), tomo 4 (Geografía Física), 159 p.
94. Yugcha, T. 1992. Mapa de aptitudes agrícolas (escritos personales). Quito, EC, MAG.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Glosario de términos técnico de suelos.

Absorción.- El proceso por el cual una sustancia es absorbida e incluida dentro de otra sustancia. Un ejemplo es la absorción de gases, agua, nutrientes u otras sustancias por las plantas.

Acidez activa.- Actividad (concentración) de iones hidrógeno en la fase acuosa del suelo. Se mide y expresa como un valor de pH.

Acidez.- Medida de la actividad de los iones hidrogeno y aluminio en un suelo húmedo. Por lo general se expresa como valor de pH.

Adherencia.- Atracción molecular entre superficies que mantiene las sustancias juntas. El agua se adhiere a las partículas de suelo.

Adhesividad.- Cualidad por la cual los materiales del suelo en estado muy húmedo se adhieren a otros objetos.

Adsorción.- La retención de una sustancia en la superficie de un sólido o un líquido.

Agregado.- Unión de partículas individuales de arena, limo y arcilla para formar una partícula más grande. Los agregados pueden presentarse en forma de esferas, bloques, láminas, prismas o columnas. Es un grupo de partículas de suelo que forman un ped.

Agua Disponible.- La porción de agua del suelo que puede ser fácilmente absorbida por las raíces. Se considera también que es el agua retenida en el suelo a una presión de aproximadamente 15 bares.

Alcalino.- Sustancia que contiene o libera un exceso de hidroxilos (OH).

Aluminio intercambiable.- Aluminio que ocupa sedes de intercambio. Se extrae con sal neutra no tamponada (KCL 1M; CaCl₂ o BaCl₂).

Aluvial.- Depositado por agua de río.

Análisis de suelo.- Un análisis químico de la composición de suelo, **generalmente** destinado a estimar la disponibilidad de los nutrientes, pero que también incluye mediciones de acidez o alcalinidad y conductividad eléctrica.

Arcilla.- Partículas cristalinas inorgánicas (coloides inorgánicos) presentes en el **suelo** y en otras partes de la corteza terrestre. Las partículas de arcilla tienen un diámetro menor a 0,002 milímetros.

Arena.- Una partícula inorgánica de fase sólida con un tamaño que varía entre 2,00 mm y 0,05 mm de diámetro.

Arenisca.- Roca sedimentaria de la clase de las arenitas. Coherente. Constituida **principalmente** por granos de arena (85 % o más). Puede estar cementada por carbonato cálcico, sílice o por óxidos de hierro.

Arena fina.- Partículas comprendidas entre 0,2 y 0,02 mm de diámetro.

Arena gruesa.- Partículas comprendidas entre 2 y 0,2 mm de diámetro.

Base.- Sustancia que reacciona con los iones H^+ o que libera iones hidroxilo; **una** sustancia que neutraliza ácidos y eleva el pH.

Base intercambiable.- Catión adsorbido en el coloide del suelo, pero que puede ser reemplazado por hidrógeno u otros cationes.

Calidad del suelo.- Capacidad de un suelo para funcionar dentro de los límites **naturales** y antrópicos del ecosistema, sustentar su productividad vegetal y animal, mantener o mejorar la calidad del agua y aire, y soportar la habilidad y salud del hombre.

Capacidad de uso.- Aptitud de un suelo para un uso agrícola general o no-**específico** de la tierra.

Capa arable.- Se refiere a la capa superficial del suelo donde se ubica el mayor **contenido** de materia orgánica del perfil.

Capacidad de campo.- Porcentaje de agua que permanece en el suelo dos o tres días después de haber sido saturado y después que se ha detenido todo el drenaje libre. No es un parámetro exacto.

Capacidad de intercambio aniónico.- La suma total de aniones **intercambiables** que un suelo puede adsorber.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC).- La suma total de iones **intercambiables** que un suelo puede adsorber ó potencial total de los suelos para adsorber cationes, expresado en miligramos equivalentes por 100 g de suelo.

Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE).- CIC determinada al pH del suelo, para afectar poco el complejo adsorbente. Se puede calcular sumando el **contenido** de cationes básicos de cambio (Ca, Mg, Na, K) y la acidez de cambio.

Capilaridad.- Fuerzas entre las superficies del agua y de los sólidos en los poros pequeños (capilares) del suelo.

Características del suelo.- Atributo medible o estimable, bien en campo o en laboratorio, que se utiliza como criterio de diagnóstico en el proceso de evaluación de suelos.

Catión.- Un átomo o un grupo de átomos o compuestos que tienen una carga **eléctrica** positiva como consecuencia de la pérdida de electrones.

Cohesión.- Propiedad que tienen las partículas del suelo para unirse entre sí para formar agregados.

Cole.- (coeficiente de extensibilidad lineal): La razón de la diferencia entre las longitudes de un terrón mojado y seco con su longitud cuando está seco. Esa **medida** tiene correlación con el cambio en volumen de un suelo al mojarse y secarse.

Coloide.- Material inorgánico y orgánico con partículas de tamaño muy pequeño, por tanto con gran área superficial, que usualmente presentan propiedades de intercambio ó Partículas orgánicas o inorgánicas del diámetro menor a 0.002 milímetros. Los coloides tienen un área superficial muy grande y a menudo muy reactiva.

Coluvión.- (derrubio): Detritos acumulados al pie de una cuesta empinada.

Complejo de intercambio.- Todos los materiales (arcilla, humus) que **contribuyen** con carga a la capacidad de intercambio del suelo.

Concentraciones Redox.- Edaforasgos de acumulación, segregaciones de **hierro** y manganeso. Pueden distinguirse: nódulos (sin organización interna visible), concreciones (con capas concéntricas visibles), masas no cementadas (concreciones deleznales) y revestimientos en poros (revestimientos de superficies o impregnaciones en la matriz adyacentes).

Concreción.- Agregado que se forma a consecuencia de la precipitación sucesiva de **algunos** compuestos químicos alrededor de un núcleo.

Conductividad eléctrica. (CE)- Mide la salinidad en un extracto acuoso, un **extracto** de pasta saturada (CES) o un agua. Varía con la temperatura, por lo que se ha normalizado a 25°C.

Criterios de diagnóstico.- Características del suelo o de la tierra que determina la aptitud de dicho suelo para un uso específico.

Curvas de retención de agua.- Gráfico que indica el contenido de humedad versus la energía aplicada para remover esta humedad.

Degradación del suelo.- Deterioro de la calidad del suelo por alguno o varios de los siguientes procesos: erosión, compactación, contaminación, salinización, acidificación.

Densidad aparente.- La masa (peso) seco del suelo por unidad de volumen total. Se mide en g/cm³.

Desorción.- Liberación de un ión o molécula de la superficie de los coloides del suelo. Concepto opuesto a adsorción.

Difusión.- Movimiento molecular a lo largo de la gradiente de concentración. La difusión de agua se produce de las zonas húmedas a las zonas secas. La

difusión de gases y solutos se produce de las zonas de mayor concentración a las zonas de menor concentración.

Disponibilidad (de nutrientes).- Suplemento adecuado, facilidad de liberación, movilidad. Un término general, frecuentemente utilizado para describir las formas de nutrientes absorbidos por las plantas.

Disponible (asimilable).- Capaz de ser absorbido por la raíces.

Edafología.- Ciencia que estudia las condiciones del suelo con relación con el **desarrollo** de las plantas.

Edaforasgos redoximórficos.- Son aquellos rasgos que proporcionan información acerca de los procesos redox en el suelo. Se distinguen de la masa basal por una diferente concentración (concentraciones redox, empobrecimientos **redox**), por estar reducida la matriz o por dar reacción positiva de Fe (II).

EH.- Diferencia de potencial de oxireducción (potencial redox) de un sistema oxi-reductor.

Electrones.- Partículas pequeñas, negativamente cargadas, que son parte de la **estructura** de un elemento.

Elemento.- Cualquier sustancia que no puede ser dividida en partículas más pequeñas, excepto por medio de desintegración nuclear.

Elementos disponibles.- Elementos en solución del suelo que pueden ser **absorbidos** con facilidad por las raíces de las plantas.

Empobrecimientos redox.- Rasgos edafológicos reconocibles por una baja **concentración** de un componente, en relación con la masa circulante. Se caracterizan por tener un cromax menor o igual a 2.

Endopedión.- Horizonte de diagnóstico formado dentro de los suelos.

Enmienda.- Labores o materiales que hacen al suelo más productivo.

Epipedón.- El horizonte más superficial (A) de un perfil de suelo.

Equilibrio.- Estado en el cual existen solamente cambios mínimos en una reacción química o en todo un ecosistema.

Equivalente.- Peso en gramos de un ión o un compuesto que se combina con, o **reemplaza** a, un gramo de hidrógeno. El peso atómico de un elemento o compuesto dividido para su valencia.

Estructura del suelo.- El arreglo de las partículas primarias en unidades **secundarias** denominadas agregados de diferente tamaño y forma.

Evaluación de suelos.- Proceso de predicción del comportamiento del suelo para **su** uso o función determinado. Cuando se utiliza de forma exclusiva

propiedades edáficas, tales como textura, materia orgánica, drenaje, etc., como criterios de diagnóstico, se trata realmente de una evaluación de unidades-suelo; mientras que cuando a demás se utiliza otras características de la tierra, tales como factores climáticos, de vegetación de paisaje, etc., se está hablando de una evaluación de unidades-tierra.

Evaluación cualitativa.- Evaluación de los suelos donde la diferenciación entre **clases** y categorías no se realiza en los términos que demanda una clasificación cuantitativa.

Evaluación cuantitativa.- Evaluación de suelos cuyo procedimiento de cálculos se lleva a cabo en términos numéricos, usualmente matemáticos.

Evapotranspiración.- Pérdida de agua del suelo por evaporación y transpiración.

Extensibilidad lineal.- La extensibilidad lineal de una capa de suelo es el producto de su espesor (cm) por su coeficiente de extensión lineal. La extensibilidad lineal de un suelo es la suma de todas las extensibilidades lineales de todos sus horizontes.

Fertilidad del suelo.- Estado del suelo con respecto a la cantidad y disponibilidad de elementos (nutrientes) necesarios para el crecimiento de las plantas.

Fertilidad residual.- Contenido de nutrientes disponibles que permanecen en el suelo después que se levantó el cultivo y que puede ser utilizado por el siguiente cultivo.

Floculación.- Unión de partículas coloidales para formar agregados.

Flujo de masa.- Movimiento de fluidos en respuesta a la presión, movimiento de **calor**, gases, o solutos junto con el flujo de líquidos en el cual están contenidos.

Gibbsite.- Mineral patogénico constitutivo de bauxitas, calcitas y serpentinas.

Grupo montmorillonítico.- Mineral de la arcilla 2:1 en que dos capas de silicio-**oxígeno** están unidas mediante una de hidróxido (Al, Fe, Mg) que suelen tener gran expansión en la dirección del eje.

Grupo caolinítico.- Minerales de arcilla 1:1 en que la capa de silicio-oxígeno esta condensada con otra de hidróxido de aluminio.

Grupo illita.- Mineral de arcillas 2:1 semejantes a las micas pero con menos potasio y más agua que éstas.

Hidratación.- Incorporación de agua como parte de la estructura química.

Hidroxilo.- Ión o grupo OH-.

Horizonte.- Capa del suelo paralela a la superficie. La misma que ha adquirido **rasgos** distintivos producidos por los proceso de formación de suelo.

Incorporación.- Mezcla de los fertilizantes (o herbicidas) con el suelo.

Infiltración.- Entrada de agua en el suelo.

Inmovilización.- Conversión de elementos de una forma orgánica por medio de su incorporación en el tejido de los microorganismos del suelo, haciéndolos menos disponibles para las plantas.

Intercambio iónico.- Intercambio entre un ión en la solución con otro ion en la superficie activa de las arcillas o humus.

Intercambio catiónico.- El intercambio entre un catión en solución con otro catión en superficie de un material como un coloide mineral (arcilla) o un coloide orgánico.

Iones intercambiables.- Iones retenidos por tracción eléctrica en la superficie con carga de los coloides y puede ser reemplazados por otros iones.

Limo.- Una partícula inorgánica con un tamaño que varía entre 0,05 y 0,002 mm de diámetro.

Lixiviación.- Remoción de los materiales en solución por el paso del agua a través del perfil. En agricultura, lixiviación se refiere al movimiento del agua libre (percolación) fuera del sistema radicular.

Macroporos.- Poros grandes formados generalmente por raíces, insectos y otros **animales** pequeños en el suelo.

Material parental.- Material no consolidado, mineral u orgánico, del cual se desarrolla el suelo.

Materia orgánica.- Incluye todos aquellos materiales de origen vegetal o **animal** que se encuentran en diferentes estados de descomposición en el suelo.

Material de partida.- El material no consolidado a partir del cual se forma el suelo (material parental).

Matriz del suelo.- La combinación de sólidos y poros en el suelo.

Miliequivalente (meq).- Un milésimo del peso equivalente.

Nutriente.- Un elemento que contribuye al crecimiento y salud de un organismo, esencial para completar el ciclo de vida.

Nutriente esencial.- Un elemento necesario para que una planta complete su ciclo total de vida.

Nutrientes móviles.- Aquellos nutrientes que pueden ser translocados en la **planta** de tejido viejo a tejido joven.

Oxidación.- Un cambio químico que envuelve la adición de oxígeno o su equivalente químico. Incluye la pérdida de electrones de un átomo, ion o molécula durante una reacción química. Puede incrementar la carga positiva de un elemento o compuesto.

Pedología.- Ciencia que estudia los suelos como componente de los sistemas **naturales**. Los estudios convencionales de reconocimiento de suelos se conocen también como de propiedades pedológicas.

Percolación.- El movimiento de fluidos hacia abajo en el suelo.

Perfil del suelo.- Una sección vertical del suelo que se extiende desde la superficie a través de todos los horizontes hasta llegar a material parental.

Permeabilidad.- La facilidad con la que un medio poroso transmite fluidos.

pH.- Una designación numérica de la acidez o alcalinidad. Técnicamente, el pH es el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno en una solución. Un pH 7 indica neutralidad. Los valores entre 7 y 14 indican alcalinidad y los valores entre 7 y 0 indican acidez.

Plasticidad.- Cualidad mecánica de un suelo, por la cual un material en estado **muy** húmedo cambia continuamente de forma bajo una presión aplicada y mantiene dicha forma al eliminar la presión.

Poder tampón.- Proceso que restringe o reduce los cambios de pH cuando se **añaden** ácidos o bases a una sustancia. En forma más general los procesos que restringen los cambios en concentración de cualquier ion cuando éste es añadido o removido del sistema.

Porcentaje de aluminio intercambiable.- Relación porcentual entre aluminio intercambiable y el CICE.

Porcentaje de sodio intercambiable (PSI).- Grado de saturación con sodio del complejo de intercambio.

Poros.- Espacio no ocupado por partículas sólidas en el volumen total del suelo.

Potencialidad el suelo.- Aptitud de un suelo para un uso específico del suelo.

Precipitación efectiva.- Aquella porción de la precipitación total que pasa a ser disponible para uso de las plantas.

Propiedades redoximórficas.- Son aquellas que resultan de una alternancia de condiciones oxidantes y reductoras, tales como las que existen en la franja capilar por encima de una capa freática y en los horizontes de superficie, si existe una capa freática fluctuante. Presencia de moteado de color pardo rojizo (ferrihidrita), pardo amarillento (goetita). Los óxidos de hierro se concentran en

las superficies de los agregados y en las paredes de los poros gruesos (antiguos canales de raíces).

Propiedades reductimorfás.- Son aquellas que resultan de unas condiciones **permanentes** de saturación por agua y condiciones anaerobias. Dan lugar a suelos de colores neutros (de blanco, si el suelo es calizo arenoso, al negro N/1 A N/8, si el material es rico en sulfuros) o azulados y verde oliva con matices 2,5Y, 5Y, 5G, 5B suelos francos y arcillosos) en más del 95% de la matriz.

Punto de marchitez permanente.- El nivel de humedad en el suelo al cual la planta se marchita y no puede recuperar la turgencia. El valor no es constante.

Relación carbono/nitrógeno (C/N): relación del peso existente en los productos residuales entre el carbono (C) y el nitrógeno (N).

Resiliencia.- Capacidad de un sistema de recuperar su estado inicial, después de haber sufrido una perturbación.

rH.- Relación de óxido-reducción que relaciona el EH y el pH.

Saturación de bases (SB).- Grado en que los sitios de intercambio de un **material** están ocupados por cationes básicos intercambiables. Se expresa como porcentaje de la capacidad de intercambio catiónico.

Sesquióxidos.- Por lo general se refiere a los óxidos amorfos combinados de hierro y aluminio.

Silicatos.- Minerales formadores de rocas que contienen silicio.

Slickenside.- Superficie pulida que se forma cuando dos pedrs se frotran entre sí cuando el suelo se expende en respuesta a la mojadura.

Solución del suelo.- La fase líquida del suelo y sus solutos.

Solum.- Los horizontes A y B de un mismo perfil de suelo.

Soluto.- Un material disuelto en un solvente para formar una solución.

Subsuelo.- Las capas de suelo superficiales que contienen menos materia orgánica y más características del material parental.

Suelo.- Un individuo-suelo es un cuerpo tridimensional de materiales orgánicos e inorgánicos en proporciones variables, que se ha desarrollado como resultado de las intersecciones entre material original, clima, topografía y elementos bióticos durante un periodo de tiempo variable. Se hace uso sinónimo de ello con el término sistema suelo. A su vez, el perfil de suelo es un modelo unidimensional representativo del individuo-suelo localizado puntualmente en el paisaje.

Suelo ácido.- Suelo que contiene un exceso de iones hidrógeno en la solución del suelo (acidez activa) y en la superficie de los coloides (acides potencial o de reversa). Específicamente un suelo con un pH menor a 7.

Suelo alcalino.- Cualquier suelo con un pH mayor a 7.

Suelo calcáreo.- Suelo que contiene carbonatos libres y que efervese **visiblemente** cuando se le añade ácido clorhídrico diluido al 10 %.

Suelo neutro.- Un suelo que tiene un alto porcentaje (80 a 90 %) de la **capacidad** de intercambio ocupada por iones calcio y magnesio y que tiene un pH cercano a 7.

Suelo orgánico.- Suelo que contiene un muy alto porcentaje de materia orgánica.

Suelo salino.- Un suelo no alcalino que contiene sales solubles en tal cantidad que interfiere con crecimiento de la mayoría de los cultivos.

Suelo salino-alcalino.- Un suelo que contiene una alta proporción de sales solubles, ya sea con un alto grado de alcalinidad o una alta cantidad de sodio **intercambiable**, o ambos, afectando el crecimiento normal de la mayoría de los cultivos.

Suelo salino-sódico.- Un suelo con alto grado de alcalinidad (pH igual o mayor que 8,5) o con un alto contenido de sodio intercambiable (15 % o más de la capacidad de intercambio), o las dos condiciones a la vez.

Suelo sódico.- El término sódico se refiere a un suelo que haya sido afectado por altas concentraciones de sales y sodio. Los suelos sódicos son relativamente bajos en sales solubles pero tienen una alta concentración en sodio intercambiable.

Tabla de aguas.- El límite superior del agua subterránea o el nivel bajo el cual el suelo está saturado.

Tempero del suelo.- El tempero se corresponde con el contenido óptimo de **humedad** de cada suelo para llevar a cabo una determinada operación de laboreo con el mínimo esfuerzo y los mejores resultados.

Textura del suelo.- La proporción relativa de las diferentes partículas de suelo. **Estas** partículas incluyen arena, limo y arcilla que están caracterizadas por un rango definido de tamaño.

Textura fina.- Se refiere a una absoluta cantidad de partículas pequeñas en el **suelo**, indicando la presencia de un alto porcentaje de limo y arcilla.

Tierra.- Una unidad tierra es un trozo de superficie terrestre, caracterizado por un determinado conjunto de atributos referidos al suelo, relieve, geología, clima, hidrología, vegetación y fauna.

Uso del suelos.- Descripción de la superficie terrestre en términos socio-**económicos** y de intencionalidad de uso.

Volumen total.- Volumen del suelo, incluyendo sólidos y poros, de una masa arbitraria de suelo.

Anexo 2. Unidades de suelos y equivalencias.

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{g(E)}{100 \text{ g } (M)}$$

$$\text{ppm} = \frac{g(E)}{1000000 \text{ g } (M)}$$

$$\text{ppm} = \frac{kg(E)}{1000000 \text{ kg } (M)}$$

$$\text{ppm} = \% \times 10^4$$

$$\text{Equivalente (Eq)} = \frac{PM (E) \text{ g}}{\text{Valencia}}$$

$$\text{No. Equivalentes} = \frac{(E) \text{ g}}{P.Eq}$$

$$\text{miliequivalente (E)} = \frac{(Eq) \text{ g}}{1000}$$

$$\text{No miliequivalentes} = \frac{(E) \text{ mg}}{P.Eq}$$

$$\text{meq}(E) / 100 \text{ g } (M) = \frac{(E) \text{ g} \times 1000}{P.Eq}$$

$$\text{meq}(E) / 100 \text{ g } (M) = \frac{\%}{P.Eq}$$

$$1 \text{ meq}/100\text{g} = 1 \text{ cmol (+)} / \text{kg}$$

$$1 \text{ mmhos/cm} = 1 \text{ dS/m}$$

$$15 \text{ bar} = 1500 \text{ kPa}$$

$$1/3 \text{ bar} = 33 \text{ kPa}$$

$$1 / 10 \text{ bar} = 10 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ acre} = 0,4047 \text{ ha}$$

$$1 \text{ ha} = 2,471 \text{ acre}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$$

TRANSFORMACIONES

Parámetros	a %	a ppm	a meq/100g	a kg/ha
De %	1	$n \times 10^4$	$\frac{n}{\text{meq}}$	$2 n \times 10^4$
De ppm	$n \times 10^{-4}$	1	$\frac{n}{Eq \times 10}$	2 n
De meq/100g	$\text{meq} \times 10$	$10 n \times Eq$	1	$20 n \times Eq$
De kg/ha	$5 n \times 10^{-5}$	0.5 n	$\frac{n}{20 \times Eq}$	1

Simbología

n = Elemento.

M = Muestra.

(E) = Elemento.

ppm = partes por millón.

Eq = Equivalente químico.

P.Eq = Peso equivalente químico.

meq = miliequivalente químico.

mmhos/cm; dS/m = unidades de conductividad eléctrica

Anexo 3. Fichas de suelos