



Ministerio  
de Defensa  
Nacional



Instituto Espacial  
Ecuatoriano



Secretaría Nacional  
de Planificación  
y Desarrollo



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería,  
Acuacultura y Pesca

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN PUYANGO**

#### **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. Verónica Loayza de la Torre  
Ing. Agrop. Gissela Díaz Rivadeneira  
Ing. Agrop. Rodrigo Yépez Villacís  
Ing. Agrop. David Reyes Pozo  
Ing. Agr. José Collaguazo Sanguña  
Ing. Agr. Cristian Cazar Cevallos  
Ing. Agr. Eduardo Machasilla Quinchiguano  
Ing. Agrop. Fausto Yerovi Santos

#### **MAGAP-CGSIN:**

Ing. Agr. Edmundo Maldonado Cajas.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivos .....</b>	<b>2</b>
1.1.1. General .....	2
1.1.2. Específicos.....	2
<b>II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Términos de referencia .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Aspectos conceptuales .....</b>	<b>2</b>
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
2.2.1.11. El sistema USDA ( <i>Soil Taxonomy</i> ) .....	5
<b>2.3. El Enfoque geo-pedológico.....</b>	<b>6</b>
2.3.1. Definición .....	7
2.3.2. El enfoque geopedológico comparado con otros enfoques .....	8
<b>2.4. Etapas metodológicas.....</b>	<b>8</b>
2.4.1. Etapa 1: Recopilación de información .....	8
2.4.2. Etapa 2: Cartografía geomorfológica .....	8
2.4.3. Estructura de la leyenda geomorfológica.....	9
a. Unidad ambiental .....	9
b. Unidad genética .....	9
c. Morfología .....	9
d. Morfometría.....	10
2.4.3.2. Proceso de fotointerpretación digital.....	10
a. Ajuste de bloques para fotointerpretación.....	10
b. Fotointerpretación .....	11
2.4.4. Etapa 3: Caracterización climática del suelo .....	12
2.4.4.1. Cartografía climática .....	12
2.4.4.2. Cartografía del régimen climático del suelo .....	12
2.4.5. Etapa 4: Levantamiento de suelos .....	13
2.4.5.1. 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
2.4.5.2. 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
2.4.5.3.	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
2.4.5.4.	Procesamiento de datos .....	20
a.	Fichas de campo .....	20
b.	Interpretación de las 14 variables de suelo .....	21
2.4.5.5.	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.	Contrafuertes Sur de la Vertiente Occidental .....	25
3.1.1.1.	Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico (> 22 °C) ....	27
a.	Oxic Dystrustepts (KECI): símbolo (1) .....	27
b.	Typic Haplustalfs (JCHX): símbolo (2) .....	27
c.	Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (3) .....	28
d.	Ultic Paleustalfs (JCFS) símbolo (4) .....	29
e.	Typic Paleustalfs (JCFU) símbolo (5) .....	30
f.	Typic Paleustalfs (JCFU): símbolo (6) .....	31
g.	Typic Haplustalfs (JCHX): símbolo (7) .....	31
h.	Oxic Dystrudepts (KGES): símbolo (8) .....	32
i.	Typic Paleudults (HCET): símbolo (9) .....	32
j.	Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (10) .....	33
k.	Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (11) .....	34
l.	Udic Paleustalfs (JCFT): símbolo (12) .....	35
m.	Typic Paleudults (HCET): símbolo (13) .....	35
n.	Udic Paleustalfs (JCFT): símbolo (14) .....	36
o.	Oxic Dystrudepts (KGES): símbolo (15) .....	37
p.	Typic Paleudults (HCET): símbolo (16) .....	38
q.	Typic Paleudults (HCET): símbolo (17) .....	38
r.	Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (18) .....	39
s.	Vertic Haplustalfs (JCHF) código símbolo (19) .....	40
t.	Udertic Haplustalfs (JCHE): símbolo (20) .....	40
u.	Typic Haplustepts (KEDW): símbolo (21) .....	41
v.	Udic Paleustalfs (JCFT): símbolo (22) .....	42
w.	Ultic Haplustalfs (JCHU): símbolo (23) .....	43
x.	Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (24) .....	43
y.	Udertic Haplustalfs (JCHE): símbolo (25) .....	44

z.	Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (26) .....	45
aa.	Typic Paleudults (HCET): símbolo (27) .....	45
bb.	Typic Ustorthents (LEEN): Símbolo (28) .....	45
cc.	Oxic Dystrudepts (KGES): Símbolo (29) .....	46
dd.	Typic Udorthents (LEFF): Símbolo (30, 32) .....	46
ee.	Typic Ustorthents (LEEN): Símbolo (31) .....	47
3.1.2.	Vertientes Inferiores y Relieves de las Cuencas Interandinas de la Sierra Sur .....	48
3.1.2.1.	Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico ( $> 22^{\circ}\text{C}$ ) .....	49
a.	Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (33) .....	49
b.	Typic Hapludolls (IHFR): símbolo (34) .....	49
c.	Udic Haplustepts (KDV): símbolo (35) .....	50
d.	Udic Haplustolls (IGGZc): símbolo (36) .....	51
e.	Typic Ustorthents (LEFF): símbolo (37) .....	52
3.1.3.1.	Régimen de Temperatura del Suelo Isotérmico (13 a $21^{\circ}\text{C}$ ) .....	52
a.	Typic Hapludults (HCGO): símbolo (38) .....	52
b.	Typic Paleudults (HCET): símbolo (39) .....	53
c.	Oxic Dystrudepts (KGES): símbolo (40) .....	54
d.	Typic Paleudults (HCET): símbolo (41) .....	54
3.1.3.2.	Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico ( $> a 22^{\circ}\text{C}$ ) .....	54
a.	Typic Paleudults (HCET) .....	54
b.	Ultic Paleustalfs (JCFS): símbolo (43) .....	55
c.	Typic Paleudults (HCET): símbolo (44) .....	56
d.	Ultic Hapludalfs (JEJZb): símbolo (45) .....	57
e.	Humic Dystrudepts (KGEU): símbolo (46) .....	57
f.	Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (47) .....	58
g.	Udic Haplustalfs (JCHW): símbolo (48) .....	59
h.	Udic Haplustalfs (JCHW): símbolo (49) .....	60
i.	Typic Paleudults (HCET): símbolo (50) .....	61
j.	Typic Udorthents (LEFF): símbolo (51) .....	61
k.	Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (52) .....	62
3.1.4.	Relieves de los fondos de las Cuencas y Valles Deprimidos .....	62
3.1.4.1.	Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico ( $> a 22^{\circ}\text{C}$ ) .....	63
a.	Lithic Ustorthents (LEEB): símbolo (53,54,55) .....	63
3.1.5.	Vertientes Andinas Occidentales de la Sierra Sur .....	63
3.1.5.1.	Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico ( $> a 22^{\circ}\text{C}$ ) .....	64
a.	Udertic Haplustepts (KEDC): símbolo (56) .....	64
b.	Udertic Haplustepts (KEDC): símbolo (57) .....	65
c.	Udertic Haplustepts (KEDC) : símbolo (58) .....	65
d.	Aridic Haplustepts (KEDT): símbolo (59) .....	66
e.	Udertic Haplustalfs (JCHE): símbolo (60) .....	66
f.	Udic Ustorthents (LEEL): símbolo (61) .....	67
g.	Vertic Paleustalfs (JCFD): símbolo (62) .....	68
h.	Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (63) .....	68
3.1.6.	Medio Aluvial .....	69
3.1.6.1.	Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico ( $> 22^{\circ}\text{C}$ ) .....	69
a.	Udifluentic Haplustepts (KEDN): símbolo (64) .....	69
b.	Typic Udifluents (LDFH): símbolo (65) .....	70
<b>3.2.</b>	<b>Resumen órdenes de suelos .....</b>	<b>71</b>
3.2.1.	Perfiles .....	71
3.2.2.	Localización y Superficies .....	71
3.2.2.1.	Molisoles .....	73
3.2.2.2.	Entisoles .....	73
3.2.2.3.	Inceptisoles .....	74
3.2.2.4.	Alfisoles .....	75

3.2.2.5. Ultisoles.....	76
<b>IV. CONCLUSIONES .....</b>	<b>78</b>
<b>V. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....</b>	<b>80</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1.</b>	Tipos de análisis de laboratorio de suelos .....	20
<b>Cuadro 3.1.</b>	Ordenes de suelos en el cantón Puyango .....	72
<b>Cuadro 3.2.</b>	Molisoles en el cantón Puyango .....	73
<b>Cuadro 3.3.</b>	Entisoles en el cantón Puyango .....	73
<b>Cuadro 3.4.</b>	Inceptisoles en el cantón Puyango .....	74
<b>Cuadro 3.5.</b>	Alfisoles en el cantón Puyango .....	75
<b>Cuadro 3.6.</b>	Ultisoles en el cantón Puyango .....	76

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b>	Modelo conceptual para elaborar la cartografía geopedológica.....	15
<b>Figura 3.1.</b>	Ubicación geográfica de órdenes de suelos .....	72

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 3.1.</b>	Porcentaje de ocupación de los suelos a nivel de Orden .....71
---------------------	--

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Glosario de términos técnico de suelos. ....	86
<b>Anexo 2.</b>	Unidades de suelos y equivalencias. ....	96
<b>Anexo 3.</b>	Fichas de suelos .....	97

## 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 Secretaria 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 Sourvey Staff, 2006).

El Cantón Puyango, está ubicado al occidente de la Provincia de Loja y limita al norte con el cantón Las Lajas (provincia de El Oro) y el país vecino Perú; al este con el cantón Paltas; al sur con los cantones Celica y Pindal; y al oeste con el cantón Zapotillo.

## 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 Puyango 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 Puyango, 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 Puyango, 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 Taxonomy*, 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 demasiado 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.

#### 2.2.1.11. 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 taxones 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.

#### 2.4.3. 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.

<b>Unidad genética</b>	<b>Cód.</b>
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.

<b>Unidad morfológica</b>	<b>Cod</b>
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.

#### 2.4.3.2. 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 píxeles, 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.

#### 2.4.4. 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).

##### 2.4.4.1. 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.

##### 2.4.4.2. 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):

$$tmas = tmaa + 1 \text{ °C}$$

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

#### 2.4.5. Etapa 4: Levantamiento de suelos

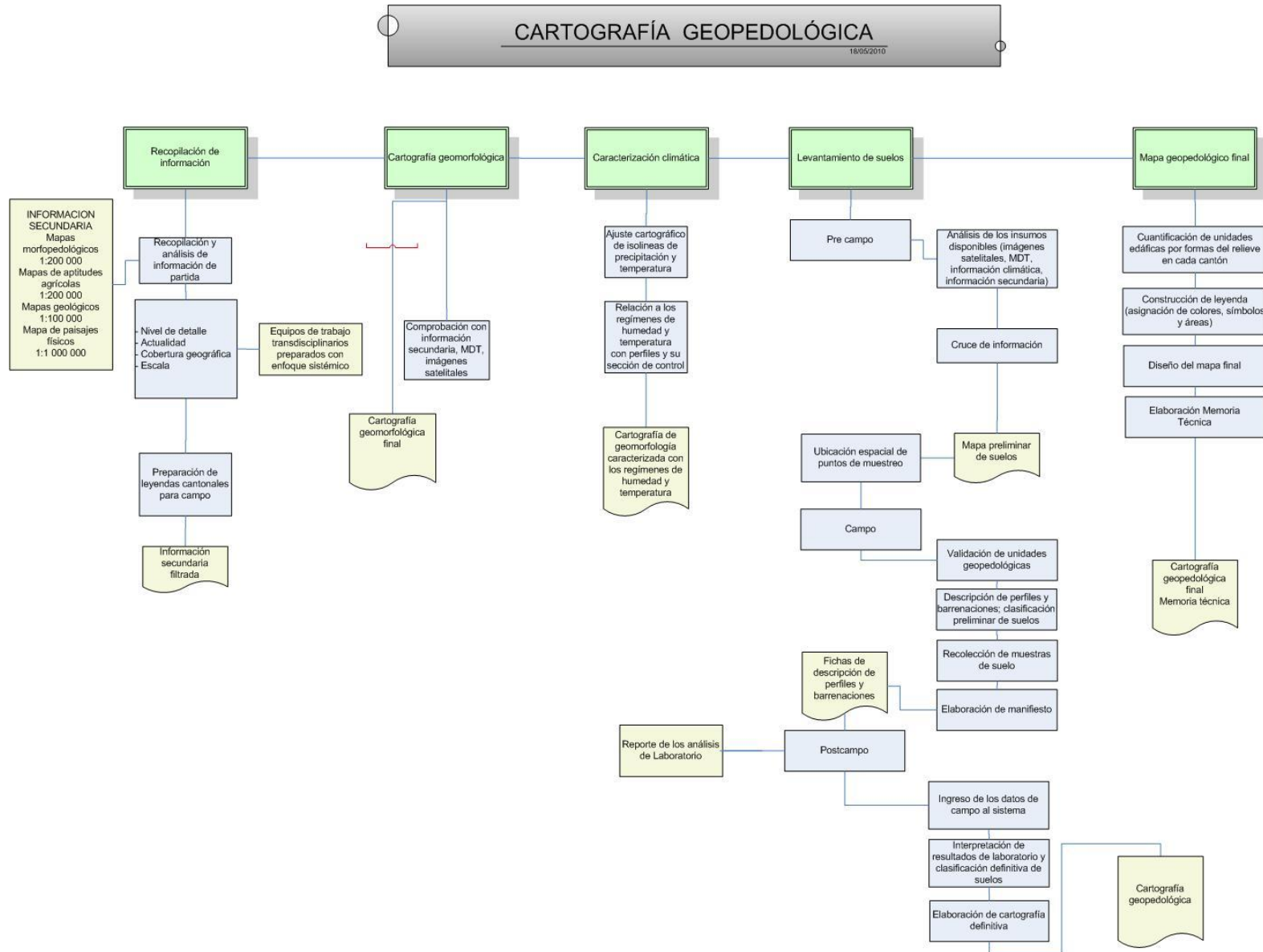
El método adoptado y direccionado a un enfoque geopedológico (Rossiter, 2000), comprende cuatro niveles: Unidades ambientales, unidades morfológicas, tipo de roca o depósito superficial, y caracterización de los suelos a nivel de subgrupo taxonómico de acuerdo al *Soil Taxonomy* y las claves para la 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



#### 2.4.5.1. 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 foteointerpretación 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.

#### 2.4.5.2. 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.

#### 2.4.5.3. 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 ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) y aniones ( $\text{CO}_3\text{H}^-$ ;  $\text{CO}_3^{-2}$ ;  $\text{SO}_4^{-2}$   $\text{Cl}^-$ ), 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 <sub>3</sub> H (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	CO <sub>3</sub> (salinidad en pasta saturada)	meq/100 g	
	SO <sub>4</sub> (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 <sub>3</sub>	

Fuente: IEE, 2012.

#### 2.4.5.4. 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).

#### 2.4.5.5. 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 Taxonomy-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 J, 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 Puyango se encuentra en la Provincia de Loja ubicado en la parte meridional de la cordillera de los Andes ecuatorianos, está constituido por intrusivos, efectos de metamorfismo y potentes secuencias volcánicas asociado a eventos tanto continentales como marinos, ubicados al este del cantón en las estribaciones de la Cordillera Real; la geología se caracteriza por secuencias metamórficas relacionadas con el proceso de acreción, del lado occidental representado por un arco de islas que pertenece al Terreno Alao de origen marino en el Jurásico Tardío, dicha secuencia está intruida por plutones asociado al Magmatismo Triásico-Jurásico perteneciente al Terreno Loja de origen continental, estas unidades lito tectónicas están separadas por una Falla llamada el frente Baños, con dirección NE-SW. La topografía de este sector es irregular, estos relieves se encuentran en las cotas más altas del cantón en las vertientes externas de la Cordillera Real, con desniveles pronunciados y pendientes muy fuertes.

El cantón Puyango se caracteriza por poseer principalmente relieves montañosos con cimas agudas y redondeadas localizados en la parte centro oriental del cantón; relieves colinados muy altos ubicados a lo largo de la superficie cantonal, especialmente en el sector occidental, con cimas agudas y redondeadas, las vertientes presentan formas convexas, irregulares y rectilíneas, relieves colinados altos localizados en toda la superficie del cantón con cimas agudas y redondeadas, las vertientes presentan formas variantes como cóncava, convexa, rectilínea, irregular y rectilínea; relieves colinados medios distribuidos a lo largo del cantón, concentrándose especialmente en la parte oriental, con cimas redondeadas en su mayoría, formas de la vertiente: convexa y mixta (convexa y cóncava); las superficies onduladas, se distribuyen en la parte centro norte de la superficie cantonal, con cimas redondeadas, ligados todos ellos, litológicamente a las Formaciones : Cazaderos, Zapotillo y Ciano; los relieves colinados bajos, se ubican en la parte occidental del cantón cerca de los límites con la república del Perú, con cimas redondeadas, formas de la vertiente convexa, ligados litológicamente a las Formaciones: Cazaderos, Zapotillo y Piñón; los coluviones antiguos como los coluvio aluviales se encuentran repartidos a lo largo de la superficie cantonal, con cimas redondeadas, litológicamente están ligados a los Depósitos coluvio aluviales y a los Depósitos coluviales respectivamente; en cuanto a las terrazas medias, bajas y cauces actuales y valles fluviales, se ubican en las orillas de los ríos: Puyango, Quebrada de Conventos, Quebrada Palmira y Quebrada Zapallos, Quebrada Cerro Verde, Quebrada de Tilacos, Quebrada el Pitayo, Quebrada Tarinuma Chico, Quebrada Higuierillas.

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 Puyango los subgrupos taxonómicos de suelos se encuentran dentro de dos regímenes de temperatura del suelo, en el régimen Isotérmico e Isohipertérmico, caracterizados por presentar una temperatura de 13 a 22 °C y mayor a 22 °C respectivamente, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil. Respecto al régimen de humedad, se

presentan dos regímenes, el údico, que indica que el suelo está seco hasta 90 días acumulativos y más de 90 días acumulativos húmedos en todo el perfil y el ústico, que nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

Estos subgrupos taxonómicos pertenecen a los a órdenes de suelos clasificados como:

Alfisolos, 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.

Inceptisolos, 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.

Entisolos, suelos jóvenes o de escaso desarrollo pedogenético (sin horizontes B), y con presencia de material volcánico (vidrio).

Ultisolos, los cuales se caracterizan por presentar un epipedón ócrico eluvial en la mayoría de ocasiones, sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt) con baja saturación de bases (< 35 %), en este horizonte se observan revestimientos de arcilla en poros.

Molisolos, 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.

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 Puyango se encuentran cinco unidades ambientales:

- Contrafuertes Sur de la Vertiente Occidental.
- Vertientes y Relieves Superiores de las Cuencas Interandinas, Macizos Internos de la Sierra Sur.
- Vertientes inferiores y Relieves de las Cuencas Interandinas de la Sierra Sur
- Vertientes Andinas Occidentales de la Sierra Sur.
- Relieves de los Fondos de las Cuencas y Valles Deprimidos
- Medio Aluvial

### 3.1.1. Contrafuertes Sur de la Vertiente Occidental

En relación a este paisaje se puede mencionar que se encuentra ubicado en la transición entre los modelados costeros, la vertiente andina y los altos macizos de la Sierra. Adicionalmente se puede decir que entre la altitud de los 100 a 500 metros se tiene un medio muy disectado, con modelados constituidos por una

asociación de cimas redondeadas estrechas en donde predominan vertientes con una pendiente de media a fuerte. Además se puede encontrar a una altitud de los 500 a los 1200 aproximadamente representaciones del terreno tales como: relieves macizos, vertientes rectilíneas, y valles de trazo paralelo, los cuales se encuentran en los alrededores de la Cordillera Alamor – Celica.

Por último se puede mencionar que en la parte Norte del cantón Puyango en los alrededores del límite con el cantón Las Lajas, se encuentran representaciones del terreno en donde predominan afloramientos rocosos en salientes, vertientes heterogéneas, rectilíneas y con una pendiente fuerte; las cuales se encuentran a una altitud entre los 600 y 700 metros.

Representa el 54,39 % correspondiente a 34 635.39 ha, del total de la superficie del cantón, la geomorfología está asociada relieves colinados muy bajos, bajos, medios, altos, muy altos, montañosos, compuestos por interfluvios redondeados con cimas agudas o redondeadas estrechas, separados por entalladuras en V paralelas a la pendiente, incluye localmente acumulaciones de tipo coluvial.

Sus características son:

- Ecología: Formación arbórea densa, siempre verde, variante de las vertientes exteriores, formación arbórea mixta con un estrato leñoso.
- Formas del relieve: Relieve montañoso, colinado muy alto, alto y medio, coluvio aluviales y coluviones antiguos.
- Litología: En relación a la formación Ciano, se tiene sedimentos conformados principalmente de limos laminados y lutitas con una cantidad menor de arenisca.
- Además, volcánicos formados por lavas y piroclastos. Predominan los depósitos piroclásticos y consisten principalmente de tobas. Por otra parte dentro de esta unidad se tiene la presencia de depósitos coluviales y depósitos coluvio aluviales.
- Edafología: Suelos ferralíticos desaturados arcillo- arenosos.
- Cobertura natural: Vegetación arbustiva, arbórea.
- Uso actual de las tierras: Agrícola (cultivos de maíz, caña de azúcar, pastos), Pecuario, Conservación y Protección.
- Infraestructura vial y poblacional: Vías Principales: La Noria – Banderones – El Limo – El Derrumbo – Ciano- Pindal.
- Poblados representativos: La Noria, Pitayo, Turinuma Alto, Las Huacas, La Chonta, Valle hermoso.
- Peligros naturales: Movimientos en masa: caídas, erosión por surcos y cárcavas.
- Peligros naturales: Movimientos en masa como: deslizamientos y caídas en su mayoría representan los peligros naturales cercanos a ésta zona.

### 3.1.1.1. Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico (> 22 °C)

Con las siguientes geologías: For. Cazaderos, For. Ciano, For. Zapotillo, Depósitos coluviales, Depósitos coluvio aluviales

#### a. Oxic Dystrustepts (KECI): símbolo (1)

Morfológicamente estos suelos se encuentran en relieves montañosos con pendientes fuertes 40-70 %.

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 suelos con textura arcilloso en la superficie como a profundidad; drenaje natural moderado; poco profundo (45 cm) en el rango de 21 a 50 cm.

El perfil modal incluye a horizontes incluye a horizontes Ap/Bw/BCr/Cr, el horizonte Ap (10 cm) presenta color pardo pálido (10YR6/3) en seco y pardo (10YR4/3) en húmedo, estructura tipo bloques subangulares, tamaño fino/delgado de grado moderado. Bw (20 cm) color pardo amarillento (10YR5/6) en seco y pardo amarillento oscuro (10YR4/6) en húmedo, estructura bloques angulares y subangulares, tamaño fino/delgado, grado moderado. BCr (15 cm) estructura tipo bloques subangulares, tamaño medio y grado moderado. Finalmente el horizonte Cr con estructura del tipo estratificada.

Químicamente son suelos de reacción medianamente ácida (pH 5,8); el contenido de materia orgánica es alto para la sierra (5,47 %). media saturación de bases (48.45 %) y la capacidad de intercambio catiónico es alta (22 meq/100g), motivos por los que la fertilidad de estos suelos es baja.

Se ubican en el régimen de temperatura del suelo isohipertérmico y en el régimen de humedad del suelo ústico.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P172. Ocupa una superficie calculada en 1793,05 ha que representan el 1,13 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (1).

#### b. Typic Haplustalfs (JCHX): símbolo (2)

Pertenecientes al Orden de los Alfisoles, son suelos localizados en zonas secas templadas y cálidas, los cuales se caracterizan por mostrar colores pardos rojizos y rojizos claros, con predominio de arcillas tipo caolinítico y montmorillonítico, de texturas franco arcillosa en la superficie y arcillosas a mayor profundidad. Se distribuyen a lo largo de los relieves montañosos sobre pendientes fuertes 40 – 70 %.

Localizados 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 ústico que nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

En lo relacionado a las características morfológicas, el perfil edáfico que representa a este subgrupo taxonómico es del tipo Ap/Bt/Cr1/Cr2; moderadamente profundo (60 cm) en el rango de 51 a 100 cm, limitados por la presencia de estrato rocoso; de buen drenaje natural. Se caracteriza por un horizonte Ap de 20 cm de espesor, de color gris parduzco, y estructura en bloques subangulares de tamaño fino a medio y grado fuerte. Subyace un horizonte iluvial (Bt) de aproximadamente 25 cm de espesor, color pardo, de tipo masivo. Bajo éste se identifica un horizonte C de tipo rocoso, color amarillo rojizo a rojo amarillento, y textura arcillosa. Se evidencia gran cantidad de fragmentos gruesos en todo el espesor del horizonte.

Los análisis de laboratorio indican que son suelos de reacción medianamente ácida (pH 5,7); con niveles medios en materia orgánica (3,93 %) considerando el rango para la sierra. La capacidad de intercambio (20 meq/100 g) es media, al igual que la saturación de bases (39,5 %). De estos resultados se deduce un nivel de fertilidad natural mediano. El limitante principal es la pendiente que puede sobrepasar el 40 %.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN2-P155. Ocupa una superficie calculada en 721,93 ha que representan el 2,82 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 2.

c. Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (3)

Suelos clasificados dentro del orden de los Entisoles, los cuales se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy corto, se encuentran localizados en pendientes medias de 12-25% y fuertes de 40 a 70 %.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/AC/Cr/R, muy superficial (5 cm) en el rango de 0 a 10 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 5 cm de espesor. Es de color pardo grisáceo oscuro, de textura arcillosa, de estructura en bloques angulares, de tamaño medio y grado fuerte. Subyace un horizonte (AC) de aproximadamente 22 cm de espesor; de textura franco arcillosa; de color pardo grisáceo oscuro; estructurado en bloques angulares de tamaño fino y de grado moderado. Por debajo se identifica un horizonte (Cr) de 41 cm de

espesor; de color pardo fuerte; de textura arcillosa, con estructura masiva rocosa.

Químicamente son suelos de reacción medianamente ácida pH (5,9) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (6,57 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (27 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (51,52 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana. Morfológicamente son suelos de buenas características físicas y químicas.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control está en áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Estos suelos fueron caracterizados con el perfil PN9-P153. Ocupan una superficie estimada en 407,70 ha, que corresponden al 0,64 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 3.

d. Ultic Paleustalfs (JCFS) símbolo (4)

Suelos clasificados dentro del orden de los Alfisoles, los cuales se ubican en los relieves colinados medios, altos y muy altos, en pendientes del 25 al 70 %, caracterizados por presentar un epipedón ócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt), en este horizonte se observan cutanes (revestimientos de arcilla) en poros. Los valores de arcilla de más del 35 por ciento y no decrece a profundidad en el perfil.

Morfológicamente estos suelos presentan un perfil edáfico del tipo A/Bt/C, poco profundo (33 cm) en el rango de 21 a 50 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 15 cm de espesor. Es de color pardo oscuro, de textura arcillosa, de estructura en bloques angulares, de tamaño medio y grado fuerte. Subyace un horizonte (Bt) de aproximadamente 35 cm de espesor; de textura arcillosa; de color pardo a pardo amarillento oscuro; estructurado en bloques angulares de tamaño fino y de grado moderado a débil. Por debajo se identifica un horizonte (C) de 43 cm de espesor; de color pardo rojizo oscuro; de textura arcillosa, con estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción medianamente ácida pH (6,0) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (8,0 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (23 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (61,26 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta.

Morfológicamente son suelos de óptimas características físicas y químicas.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control está en áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Este subgrupo ocupa una superficie de 1 240,89 ha, que corresponden al 1,95 % de la superficie total del cantón. El perfil representativo es el codificado como PN9-P154. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (4).

e. Typic Paleustalfs (JCFU) símbolo (5)

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Alfisoles, ubicados en zonas secas y cálidas; presentan alta saturación de bases; colores pardos, predominio de montmorillonita en su mineralogía, evidenciando grietas y dureza cuando secos, son de texturas arcillosas. Se distribuyen en pendientes fuertes (40 - 70 %), sobre relieves colinados muy altos.

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 del suelo ústico que nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

La morfología del suelo examinado presenta un perfil edáfico del tipo Ap/Bt, moderadamente profundo (51 cm) en el rango de 50 a 100 cm. de buen drenaje natural, textura franco arcillosa y estructura de tipo bloques subangulares de finos a medios de grado fuerte. Subyace un horizonte de iluvial (Bt) de 55 cm de espesor, de textura arcillosa que se presenta masivo. Se evidencia grava fina en todo el espesor del horizonte.

Los resultados de laboratorio demuestran que son suelos de reacción ligeramente ácida (pH 6,2), con niveles altos en materia orgánica (3,5 % considerando el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a niveles bajos a mayor profundidad. Son altos los niveles de capacidad de intercambio (30,0 meq/100 g) y saturación de bases (67,87 %). De estos análisis se concluye que estos suelos presentan un nivel de fertilidad natural mediana.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN2-P154. Ocupa una superficie calculada en 2756,31 ha que representan el 4,33 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (5).

f. Typic Paleustalfs (JCFU): símbolo (6)

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Alfisoles, caracterizados por encontrarse en zonas secas y cálidas, con una alta saturación de bases, y colores pardos. Se localizan sobre relieves colinados muy altos, en pendientes fuertes (40 a 70 %).

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 del suelo ústico que nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

Presentan texturas arcillosas en la superficie y a profundidad, bien drenados, y poco profundos (25 cm) en el rango de 21 a 50 cm.

La morfología del suelo descrito en calicata presenta un perfil edáfico del tipo Ap/Bt/Cr1/2Cr2. El horizonte Ap de 10 cm de espesor, muestra una estructura de tipo bloques subangulares muy finos y grado fuerte. Subyace un horizonte iluvial (Bt) de 40 cm de espesor, estructurado en forma masiva a bloques subangulares de tamaño muy finos y grado moderado. Incluye un horizonte masivo (Cr), con presencia de grava gruesa no intemperizada; bajo éste se observa otro horizonte (2Cr2) proveniente de un nuevo evento que presenta un estrato rocoso.

Químicamente son suelos prácticamente neutros (pH 6,6), con niveles altos en materia orgánica (7,43 %) considerando el rango para la sierra. Son altos los niveles de capacidad de intercambio catiónico (23 meq/100 g), y la saturación de bases (90,48 %). De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta que indica una óptima disponibilidad de nutrientes.

Se estima abarca una superficie de aproximadamente 1147,56 ha que significan el 1,80 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN2-P153. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (6).

g. Typic Haplustalfs (JCHX): símbolo (7)

Este subgrupo se determinó con la información secundaria y corresponde al asignado con INFOSEC. Ocupa una superficie calculada en 81,68 ha que representan el 0,13% de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 7.

h. Oxic Dystrudepts (KGES): símbolo (8)

Estos suelos geomorfológicamente se encuentran en la forma de relieve montañoso, en pendientes mayores al 40 %. 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. Suelos poco profundos (50 cm), en el rango de 21 a 50 cm; de drenaje es natural moderado.

La temperatura del suelo corresponde al régimen isohipertérmico, es decir, que su temperatura media anual está sobre los 20/22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad. El régimen de humedad del suelo corresponde al údico, el cual indica que el perfil de suelo está seco menos de 90 días acumulativos y más de 90 días acumulativos húmedos.

El perfil modal presenta los horizontes Ap/A/Bt/C1/C2, de textura arcilla pesada tanto en la superficie como a profundidad. Presenta el horizonte Ap de color (7,5YR7/6) amarillo rojizo en seco y (7,5YR5/8) pardo fuerte en húmedo, estructura tipo bloques subangulares, tamaño fino/delgado de grado débil. Subyacente se encuentra los perfiles A con coloración pardo amarillento (10YR5/4) en seco y pardo (10YR4/3) en húmedo, estructura bloques subangulares, tamaño medio y grado moderado. Bt de color (10YR4/4) pardo amarillento oscuro en seco y húmedo. Los horizontes C1 y C2 de estructura tipo estratificada.

Químicamente presenta pH ácido (5,3); el contenido de materia orgánica es alto para la sierra (5,83%); capacidad de intercambio catiónico alta (25 meq/100 g) y el porcentaje de saturación de bases es baja (18,28%), lo que determina una fertilidad natural baja, caracterizada por una pobre disponibilidad de los nutrientes.

Estos suelos fueron caracterizados con el perfil PN7-P173. Ocupan una superficie de 1262,62 ha, que corresponden al 1,98 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 8.

i. Typic Paleudults (HCET): símbolo (9)

De acuerdo con la taxonomía, este tipo de suelos corresponde al orden de los Ultisoles, los cuales se caracterizan por presentar un epipedón ócrico eluvial en la mayoría de ocasiones, sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt) con baja saturación de bases (< 35 %), en este horizonte se observan cutanes (revestimientos de arcilla) en poros. Son de texturas franco arcillo-arenosas en la superficie y franco arcillosas en profundidad, bien drenados por lo tanto presentan una capacidad de retención de agua intermedia que no llega a saturar la superficie del suelo; moderadamente profundos (52 cm) en el rango de 51 a 100 cm sin presencia de la napa freática.

Morfológicamente son suelos de perfil Ap/Bt/CB en el cual el horizonte Ap tiene un color pardo oscuro; el horizonte Bt de color pardo amarillento oscuro y el C de pardo fuerte.

Los resultados de laboratorio nos indican que estos suelos son de reacción ligeramente ácidos pH (6,0 a 6,5), con medianos contenidos de materia orgánica (4,18 % para la sierra) decreciendo a profundidad, mediana a baja saturación de bases y capacidad de intercambio, dando como resultado un nivel de fertilidad natural media.

Se ubican en régimen de temperatura isohipertérmico indicándonos que la temperatura media anual es mayor a 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad del suelo y en régimen de humedad údico, caracterizado porque la sección de control del suelo no está seca más de 90 días acumulativos en la mayoría de los años.

Ocupan una superficie de aproximadamente 846,85 ha que significa el 1,33 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN9-P157.

j. Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (10)

Suelos clasificados dentro del 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.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bw/C, poco profundo (26 cm) en el rango de 21 a 50 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 10 cm de espesor. Es de color pardo oscuro, de textura franca, de estructura bloques sub angulares, de tamaño medio y grado moderado. Subyace un horizonte (Bw) de aproximadamente 16 cm de espesor; de textura franco arcillosa; de color pardo grisáceo muy oscuro; estructurado en bloques angulares, de tamaño fino y grado moderado. Por debajo se identifica un horizonte (C) de 54 cm de espesor, presenta un color pardo y pardo fuerte, de textura arcillosa y estructura masiva. Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,2) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (6,81 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (27 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (67,52 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta. Morfológicamente son suelos de óptimas características físicas y químicas para la agricultura.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control está en áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna

parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Ocupan una superficie de 2079,08 ha, que corresponden al 3,26 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN4-P156. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 10.

k. Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (11)

Estos suelos geomorfológicamente se encuentran en la forma de relieve denominada colinado muy alto, en pendientes escarpadas 100 a 150%.

Clasificado dentro del orden de los Entisoles, los cuales se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy corto. Son de textura arcillosa; de drenaje natural bueno, es decir eliminación fácil de agua de precipitación, aunque no rápidamente; suelo superficial (15 cm) en el rango de 11 a 20 cm, con pendiente escarpada entre 100 a 150%.

Morfológicamente el perfil modal presenta los horizontes Ap/CAR/Cr. El Horizonte Ap de 15 cm, posee color pardo muy pálido en seco y pardo en húmedo, estructura tipo bloques subangulares, tamaño muy fino/delgado con grado moderado. La capa CAR de 15 cm, de color amarillo rojizo en seco y pardo fuerte en húmedo, estructura tipo desmenuzable, tamaño fino/delgado con grado moderado. El horizonte Cr de color amarillo oliva con estructura estratificada.

Químicamente presenta pH ácido (5,5); el contenido de materia orgánica es medio para la sierra (3,66%); capacidad de intercambio catiónico alta (25 meq/100 g) y el porcentaje de saturación de bases es media (45,76%), lo que determina una fertilidad natural baja.

Se ubican en régimen de temperatura isohipertérmico, es decir, que su temperatura media anual es superior a los 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad. El régimen de humedad es ústico, el perfil se encuentra seco, por más de 90 días acumulativos, y el perfil se encuentra húmedo máximo 180 días acumulativos en años normales.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P170. Ocupa una superficie calculada en 9928,48 ha que representan el 15,59 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 11.

l. Udic Paleustalfs (JCFT): símbolo (12)

Este subgrupo taxonómico está dentro del Orden de los Alfisoles, caracterizado por la presencia de un horizonte argílico con iluviación de arcilla, de colores pardos, y texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosas a profundidad. Se localizan sobre relieves colinados altos en pendientes fuertes (40 - 70%).

Ubicados 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 ústico que nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

Son suelos de drenaje natural bueno, donde la eliminación del agua de precipitación es fácil, aunque no rápida. Son suelos poco profundos (40 cm), en el rango de 21 a 50 cm. En cuanto a su morfología incluyen un perfil con horizontes A/Bt1/Bt2, de estructura tipo granular a bloques subangulares de tamaño medio a fino y grado fuerte.

Los datos de laboratorio, indican que son suelos de reacción medianamente ácida (pH 6), el contenido de materia orgánica es alto (5,66 %) en la superficie, en el rango referencial para la sierra ecuatoriana, decreciendo los niveles con la profundidad. La capacidad de intercambio catiónico (30 meq/100 g) y la saturación de bases (50,43 %) son altos, lo que determina un nivel de fertilidad mediana, limitada principalmente por el pH del suelo y la frecuente pedregosidad.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN2-P157. Ocupa una superficie calculada en 1 385,62 ha que representan el 2,18 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 12.

m. Typic Paleudults (HCET): símbolo (13)

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P175. Este subgrupo taxonómico corresponde al orden de los Ultisoles, se caracterizan por presentar un horizonte B bien expresado a causa de un incremento de la arcilla en relación con el horizonte A pero son suelos desbasificados, además de poseer capacidad de intercambio catiónico medio, por lo tanto poseen bajos niveles de elementos nutrientes, motivo por el cual requieren de fuertes fertilizaciones para la obtención de rendimientos razonables. Son de textura arcillosa a lo largo del perfil; de drenaje natural moderado, poco profundo (50 cm) en el rango de 21 a 50 cm, con pendientes fuertes entre 40 a 70 %.

El perfil modal incluye a horizontes Ap/Bt/BC/Cr, Ap (20 cm), color pardo en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, Bt (15 cm),

color pardo en seco y pardo oscuro en húmedo, los dos horizontes presentan estructura tipo bloques subangulares de tamaño medio y grado moderado. La capa BC (15 cm), color pardo oscuro, estructura tipo masiva a bloques subangulares, tamaño grueso/espeso y grado débil. Cr (30 cm), color pardo muy oscuro, de estructura estratificada.

Químicamente presenta pH ácido (pH 4,4); el contenido de materia orgánica es medio para la sierra (4,88 %) La saturación de bases es baja (29,35 %) y la capacidad de intercambio catiónico es alta (26 meq/100g), presenta fertilidad baja.

El régimen de humedad del suelo es údico, el perfil se encuentra seco, por menos de 90 días acumulativos, y húmedo más de 90 días acumulativos húmedos. La temperatura del suelo corresponde al régimen isohipertérmico, es decir, que su temperatura media anual está sobre los 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P175. Ocupa una superficie calculada en 593,86 ha que representan el 0,93 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 13.

n. Udic Paleustalfs (JCFT): símbolo (14)

Este subgrupo taxonómico pertenece al Orden de los Alfisoles, caracterizados por encontrarse en zonas secas templadas a cálidas; presentan color pardo claro, y texturas franco arcillosas en la superficie, incrementando el porcentaje de arcilla a mayor profundidad. Se distribuyen sobre relieves colinados altos en pendientes fuertes (40 - 70 %).

Se ubican 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 ústico que nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo Ap/Bt/Cr, moderadamente profundos (60 cm); bien drenados. Muestran un horizonte superficial (Ap) de 30 cm de espesor, estructurados en forma granular a bloques subangulares de tamaño fino a medio y grado fuerte. Se encuentra un horizonte de iluviación de arcilla (Bt) en los siguientes 30 cm de espesor, formado en bloques subangulares de tamaño fino y grado moderado. A los 60 cm de profundidad, se observa un horizonte sin estructura, con gran cantidad de fragmentos gruesos, limitante para el desarrollo de raíces.

Químicamente son suelos de reacción medianamente ácida (pH 5,9); con niveles medios en materia orgánica (3,84 %), considerando el

rango para la sierra, decreciendo más abajo. La capacidad de intercambio (27,0 meq/100 g) y la saturación de bases (61,41 %) presentan niveles altos. Con estos resultados se concluye que estos suelos tienen un nivel de fertilidad natural medio. Morfológicamente son suelos de buenas características físicas, requiriendo prácticas para mejorar el nivel de fertilidad.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN2-P156. Ocupa una superficie calculada en 512,24 ha que representan el 0,80 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 14.

o. Oxíc Dystrudepts (KGES): símbolo (15)

Estos suelos geomorfológicamente se encuentran en la forma de relieve denominado colinado alto, en pendientes del 40 al 70 %.

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 textura arcillosa en la superficie como a profundidad; de drenaje natural moderado, es decir posee una eliminación lenta de agua en relación al aporte de la lluvia; poco profundo (30 cm) en el rango de 21 a 50 cm, con pendiente fuerte 40 a 70 %.

El perfil modal incluye a horizontes A/Bw/Cr, en los cuales el horizonte Ap presenta un color en seco pardo amarillento y pardo oscuro en húmedo, estructura tipo bloques subangulares a desmenuzable, tamaño medio y grado moderado. Bw de color en seco amarillo rojizo y pardo fuerte en húmedo, estructura tipo bloques subangulares, tamaño grueso/espeso y grado moderado. Cr de color rojo y estructura tipo estratificada.

De los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción ácida (pH 5,4); el contenido de materia orgánica en la superficie es medio para la sierra (4,59 %). La saturación de bases es baja (27,43 %) y la capacidad de intercambio catiónico es alta (28 meq/100g), por lo que podemos deducir, que estos suelos tienen una fertilidad natural baja.

El régimen de humedad es údico, el perfil se encuentra seco, por menos de 90 días acumulativos, y más de 90 días acumulativos húmedos en años normales. La temperatura del suelo corresponde al régimen isohipertérmico, es decir, que su temperatura media anual está sobre los 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P174. Ocupa una superficie calculada en 359,18 ha que representan el 0,56 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 15.

p. Typic Paleudults (HCET): símbolo (16)

Suelos clasificados dentro del orden de los Ultisoles, 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 y una saturación de bases de menos del 35 por ciento.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bt/BC/C, poco profundo (43 cm) en el rango de 21 a 50 cm; de drenaje moderado. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 30 cm de espesor. Es de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo, de textura franco arcillosa, de estructura en bloques sub angulares, de tamaño medio y grado moderado a débil. Subyace un horizonte (Bt) de aproximadamente 15 cm de espesor; de textura arcillosa; de color amarillo rojizo; estructurado en masivo a bloques sub angulares de tamaño fino y de grado débil. Por debajo se identifica un horizonte (BC) de 17 cm de espesor; de color rojo amarillento; de textura arcillosa, con estructura masiva. Por último encontramos un horizonte (C) de un espesor de más o menos 30 cm; de color amarillo rojizo; de textura arcillosa, con estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción muy ácida pH (4,3) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (7,11 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (22 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (9,91 %) baja. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural muy baja. Morfológicamente son suelos de malas características físicas y químicas, presencia de alta toxicidad por aluminio intercambiable.

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

Ocupa una superficie calculada en 702,06 ha que representan el 1,10 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN9-P155 ubicados en la forma de relieve colinado medio, en pendientes del 40 a 70 %, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 16.

q. Typic Paleudults (HCET): símbolo (17)

Suelos clasificados dentro del orden de los Ultisoles, 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 y una saturación de bases de menos del 35 por ciento.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bt/C, moderadamente profundo (60 cm) en el rango de 51 a 100 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 30 cm de espesor. Es de color pardo grisáceo, de textura franco arcillosa, de estructura en bloques sub angulares, de tamaño fino y grado moderado. Subyace un horizonte (Bt) de aproximadamente 30 cm de espesor; de textura franco arcillosa; de color amarillo; estructurado en bloques angulares de tamaño medio y de grado moderado. Por último se identifica un horizonte (C) de 30 cm de espesor; de color amarillo; de textura arcillosa, con estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción ácida pH (4,9) en la superficie; con niveles bajos en materia orgánica (1,39 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (24 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (9,21 %) baja. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural muy baja y alta toxicidad por aluminio intercambiable. Morfológicamente son suelos de malas características físicas y químicas, para las actividades agrícolas.

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

Ocupa una superficie calculada en 72,36ha que representan el 0,11% de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN9-P155 ubicados en la forma de relieve colinado medio, en pendientes del 40 a 70 %. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 17.

r. Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (18)

Estos suelos reciben más humedad que los suelos del subgrupo Typic. Ellos son de otra manera como Typic Haplustepts. El concepto central del Udic Haplustepts se fija en suelos gruesos que tienen una alta saturación de bases a lo largo de las capas por debajo de la capa superficial, no tienen un horizonte cálcico. Los suelos se utilizan principalmente como tierras de cultivo.

Este subgrupo se determinó con la información secundaria y corresponde al asignado con INFERIDO. Ocupa una superficie calculada en 79,85 ha que representan el 0,13 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 18.

s. Vertic Haplustalfs (JCHF) código símbolo (19)

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. (Vertic) denota la presencia de grietas en los primeros 50 cm.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bt/BC/C, moderadamente profundo (60 cm) en el rango de 51 a 100 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 20 cm de espesor. Es de color pardo, de textura arcillosa, de estructura en bloques angulares a sub angulares, de tamaño grueso y grado fuerte. Subyace un horizonte (Bt) de aproximadamente 15 cm de espesor; de textura arcillosa; de color pardo amarillento oscuro; estructurado en bloques angulares a sub angulares, de tamaño grueso y de grado fuerte. Por debajo se identifica un horizonte (BC) de 25 cm de espesor; de color pardo amarillento oscuro; de textura arcillosa, con estructura masiva a bloques angulares, de tamaño medio y grado fuerte.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,4) en la superficie; con niveles medios en materia orgánica (3,27 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (35 meq/100 g) es muy alta y la saturación de bases (75,23 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta. Morfológicamente son suelos de óptimas características físicas y químicas para la agricultura.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control está en áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Se estima que ocupan una superficie de 501,62 ha que significan el 0,79 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN4-P149. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 19.

t. Udertic Haplustalfs (JCHE): símbolo (20)

Este subgrupo corresponde al 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. Son suelos poco profundos (27 cm) en el rango de 21 a 50 cm. El drenaje natural es moderado, eliminación lenta de agua de precipitación.

En cuanto a su morfología incluye a horizontes Ap/Bt/Ctr de color pardo muy oscuro en la superficie, pardo oscuro en el Bt y pardo fuerte el Ctr. Presenta características vérticas en la superficie con grietas en la superficie.

De los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,2); el contenido de materia orgánica en la superficie es alta para la sierra (mayor a 5 %) decreciendo en profundidad; la saturación de bases (mayor al 50 %) y la capacidad de intercambio son altas, determinando una fertilidad natural alta, caracterizada por una óptima disponibilidad de los nutrientes.

Se ubican en régimen de temperatura isohipertérmico, es decir, que su temperatura media anual es superior a 22 °C, entre los 50 y 100 cm de profundidad. El régimen de humedad es ústico, caracterizado porque el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses acumulativos la mayoría de los años, en transición con el régimen údico.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN5-P164. Ocupa una superficie de 2879,90 ha que representan el 4,52 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 20.

u. Typic Haplustepts (KEDW): símbolo (21)

Suelos clasificados dentro del 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.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bw/C, poco profundo (40 cm) en el rango de 21 a 50 cm; de moderado drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 21 cm de espesor. Es de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro, de textura franco arcillosa, de estructura bloques sub angulares a angulares, de tamaño medio y grado moderado. Subyace un horizonte (Bw) de aproximadamente 19 cm de espesor; de textura franco arcillosa; de color pardo oscuro; estructurado en bloques sub angulares, de tamaño medio y de grado moderado. Por debajo se identifica un horizonte (C) de 25 cm de espesor; de color pardo amarillento oscuro; de textura arcillosa y con estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,2) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (6,93 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (27 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (73,81 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta. Morfológicamente son suelos de óptimas características físicas y químicas para la agricultura.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control está en áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Ocupa una superficie de 1 425,92 ha que representan el 2,24 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN4-P151, ubicados en la forma de relieve colinado muy alto, en pendientes del 25 a 40 % y su geología pertenece a la formación zapotillo. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 21.

v. Udic Paleustalfs (JCFT): símbolo (22)

Este subgrupo corresponde al Orden de los Afisoles, 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.

Son de textura franco arcilloso en la superficie y arcilloso a profundidad, presenta buen drenaje, es decir eliminación fácil del agua de precipitación, aunque no rápidamente, moderadamente profundo con pendientes medias a fuertes entre el 25 al 40 %. Presentando relieves mediana a fuertemente disectados.

En el aspecto morfológico, el perfil edáfico es del tipo Ap/Bt1/Bt2/Cr. El horizonte Ap (25 cm) de color pardo pálido en seco y pardo oscuro en húmedo de textura franco arcilloso estructura tipo bloques subangulares de tamaño medio de grado fuerte. La capa Bt1 (20 cm) de color pardo claro en seco y pardo rojizo en húmedo de estructura tipo bloques de tamaño fino delgado y grado moderado, Bt2 (20 cm) de color pardo rojizo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente una capa Cr de estructura rocosa.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos pH (6,4) en la superficie. Presentan un contenido alto de materia orgánica (5,88 %), en el rango referencial para la sierra ecuatoriana. Tienen muy alta capacidad de intercambio en la superficie de 24 meq/100g y alto porcentaje de saturación de bases (78.54%). Estos resultados permiten estimar un nivel de fertilidad alto para estos suelos.

Se ubican en régimen de humedad ústico, lo cual nos indica que el perfil se encuentra seco, por más de 90 días acumulativos, con un control de 180 días acumulativos húmedos en años normales; y de temperatura en régimen isohipertérmico, es decir, que su temperatura media anual se encuentra sobre los 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad.

Ocupa una superficie calculada en 997,05 ha correspondientes al 1,57 % de la superficie del cantón. El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P168. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 22.

w. Ultic Haplustalfs (JCHU): símbolo (23)

Este subgrupo taxonómico está dentro del Orden de los Alfisoles, se caracteriza por la presencia de un horizonte argílico con una saturación de bases menor de 75 % en todo su espesor, de color pardo amarillento a pardo fuerte, texturas franco arcillo - limosas en la superficie y en la superficie y arcillosas a profundidad. Distribuido sobre relieves montañosos en pendientes fuertes (40 - 70%).

Se encuentran 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 ústico que nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

Son suelos de drenaje natural bueno, donde la eliminación del agua de precipitación es fácil, aunque no rápida. Son suelos poco profundos (40 cm), en el rango de 21 a 50 cm. Con respecto a su morfología se observa un perfil con horizontes Ap/Bt/Cr, de estructura tipo bloques subangulares de tamaño fino y grado fuerte a moderado; incluyendo un horizonte mineral de tipo masivo.

Los datos de laboratorio, manifiestan que son suelos de reacción ligeramente ácida (pH 6,1), el contenido de materia orgánica es bajo (2,48 %) en la superficie, en el rango referencial para la sierra ecuatoriana, decreciendo los niveles con la profundidad. La capacidad de intercambio catiónico es alta (25 meq/100 g), y la saturación de bases (49,76 %) es media, lo que determina un nivel de fertilidad mediana, limitada principalmente por el pH del suelo y la frecuente pedregosidad en todo el espesor del perfil.

Ocupa una superficie calculada en 200.51 ha correspondientes al 0.31 % de la superficie del cantón. El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN2-P152. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 23.

x. Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (24)

Suelos clasificados dentro del 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.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bw/BC/C, poco profundo (45 cm) en el rango de 21 a 50 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 12 cm de espesor. Es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franca, de estructura bloques sub angulares, de tamaño fino y grado débil. Subyace un horizonte (Bw) de aproximadamente 18 cm de espesor; de textura franca; de color pardo amarillento oscuro; estructurado en bloques angulares, de tamaño medio y grado moderado. Por debajo se identifica un horizonte (BC) de 15 cm de espesor, presenta un color pardo amarillento oscuro, de textura franco arcillosa y estructura masiva a bloques sub angulares de tamaño medio y grado moderado. Por último se encuentra un horizonte (C) de aproximadamente 30 cm de espesor, presenta un color pardo amarillento oscuro a amarillo parduzco, de textura franco arcillosa a arcillosa y estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,2) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (5,01 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (22 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (75,68 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta. Morfológicamente son suelos de óptimas características físicas y químicas para la agricultura.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control está en áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Ocupa una superficie calculada en 200.51 ha correspondientes al 0.38 % de la superficie del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN4-P155. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 24.

y. Udertic Haplustalfs (JCHE): símbolo (25)

El concepto central del subgrupo Udertic Haplustalfs se fija en suelos drenados moderadamente, y que como es característico del Orden de los Alfisoles, presentan un epipedón ócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt), que es de textura franca o más arcilloso.

Este subgrupo se determino con la información secundaria y corresponde al asignado con INFERIDO. Ocupa una superficie calculada en 205,34 ha que representan el 0,32 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 25.

z. Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (26)

El concepto central del subgrupo Typic Ustorthents se fija en suelos que son profundos o moderadamente profundos y que no cuentan con agua subterránea dentro de una profundidad de 150 cm, no tienen la cementación apreciable por sílice, no tienen una alta actividad biológica, no tienen una textura arcillosa y algún un tipo de inflamación de la arcilla, y no tienen en la parte superior de los 75 cm, un depósito de materiales piroclásticos que es tan grueso como 18 cm.

El más común de estos suelos tiene un epipedón ócrico delgado o muy delgado que descansa sobre la roca débilmente cementada o en sedimentos. Los suelos que tienen un contacto lítico superficial se excluyen de este subgrupo. Las pendientes de los Typic Ustorthents van desde el nivel plano casi hasta muy empinada. Estos suelos se utilizan principalmente para el pastoreo, los bosques, o cuencas, pero algunos se utilizan para el grano de secano y algunos que tienen pendientes suaves se utilizan como tierras de cultivo de regadío.

Este subgrupo de determino con la información secundaria y corresponde al asignado con INFOSEC. Ocupa una superficie calculada en 705,63 ha que representan el 1,10 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por los símbolos 26, 37, 53, 64.

aa. Typic Paleudults (HCET): símbolo (27)

El concepto central del subgrupo Typic Paleudults se fija en suelos bien drenados, que tienen un epipedón que no es de arena y o más grueso, que tienen poca o ninguna plintita, y que tienen un horizonte argílico que es de textura franca o más arcilloso, y no se compone de láminas delgadas.

Este subgrupo de determino con la información secundaria y corresponde al asignado con INFERIDO. Ocupa una superficie calculada en 7,05 ha que representan el 0,01 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 27.

bb. Typic Ustorthents (LEEN): Símbolo (28)

Se encuentra en pendientes medias a fuertes que corresponden principalmente a relieves mediana a fuertemente disectados de 25 a 40%. Clasificado dentro del orden de los Entisoles, los cuales se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy corto. De textura arcillosa en todo el perfil; drenaje natural moderado, es decir eliminación lenta del agua en relación al aporte; suelo poco profundo (35 cm) en el rango de 21 a 50 cm, con pendientes media a fuerte entre 25 a 40%.

El perfil modal incluye a horizontes Ap/Cr1/Cr2/2Cr3, presenta el horizonte Ap de color pardo amarillento claro en seco y pardo amarillento oscuro, estructura bloques subangulares, tamaño fino y grado moderado, subyace el horizonte Cr1 de color pardo fuerte en seco y pardo rojizo en húmedo, estructura tipo bloques subangulares, tamaño muy fino/delgado y grado moderado. La capa Cr2 de color pardo fuerte, estructura tipo masiva a bloques subangulares, tamaño fino/delgado de grado moderado. Finalmente la capa 2Cr3.

De los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción medianamente ácida (pH 5,8) en la superficie; el contenido de materia orgánica en la superficie es bajo para la sierra (2,59 %). La saturación de bases es alta (54,5 %) y la capacidad de intercambio catiónico es alta (22 meq/100 g) presentando una fertilidad natural baja, caracterizada por una pobre disponibilidad de nutrientes.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P171. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 28. Ocupa una superficie calculada en 371,35 ha que representan el 0,58 % de la superficie total del cantón.

cc. Oxíc Dystrudepts (KGES): Símbolo (29)

Estos suelos que tienen arcillas, mínima capacidad de intercambio catiónico dominante en el control del tamaño de partícula. Se consideran intergrados de los Oxisoles.

Este subgrupo de determino con la información secundaria y corresponde al asignado con INFOSEC. Ocupa una superficie calculada en 76,80 ha que representan el 0,12 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 29 y 40.

dd. Typic Udorthents (LEFF): Símbolo (30, 32)

El concepto central del subgrupo Typic Udorthents se fija en suelos que son profundos o moderadamente profundos y que no cuentan con agua subterránea dentro de una profundidad de 150 cm, no tienen la cementación apreciable por sílice, no tienen una alta actividad biológica, no tienen una textura arcillosa y algún un tipo de inflamación de la arcilla, y no tienen en la parte superior de los 75 cm, un depósito de materiales piroclásticos que es tan grueso como 18 cm.

El más común de estos suelos tiene un epipedón ócrico delgado o muy delgado que descansa sobre la roca débilmente cementada o en sedimentos. Los suelos que tienen un contacto lítico superficial se excluyen de este subgrupo. Las pendientes de los Typic Udorthents van desde el nivel plano casi hasta muy empinada. Estos suelos se utilizan principalmente para el pastoreo, los bosques, o cuencas, pero algunos

se utilizan para el grano de secano y algunos que tienen pendientes suaves se utilizan como tierras de cultivo de regadío.

Este subgrupo de determino con la información secundaria y corresponde al asignado con INFOSEC. Ocupa una superficie calculada en 98,11 ha que representan el 0,15 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 30 y 32.

ee. Typic Ustorthents (LEEN): Símbolo (31)

Suelos clasificados dentro del orden de los Entisoles, los cuales se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy corto.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/AC/Cr, poco profundo (50 cm) en el rango de 21 a 50 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 18 cm de espesor. Es de color pardo amarillento oscuro, de textura franco arcillosa, de estructura bloques sub angulares, de tamaño fino y grado moderado. Subyace un horizonte (AC) de aproximadamente 32 cm de espesor; de textura arcillosa; de color pardo amarillento; estructurado en masivo a bloques sub angulares, de tamaño fino y de grado débil. Por debajo se identifica un horizonte (Cr) de 40 cm de espesor; de color pardo amarillento; con estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,3) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (6,23 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (26 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (85,96 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta. Morfológicamente son suelos de óptimas características físicas y químicas para la agricultura.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control está en áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

El perfil modal corresponde al identificado con el número PN4-P150 ubicados en la forma de relieve coluvio aluvial antiguo, en pendientes del 25 a 40 % y su geología pertenece a depósitos coluvio aluviales. Ocupa una superficie calculada en 1 286,28 ha que representan el 2,02 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 31.

### 3.1.2. Vertientes Inferiores y Relieves de las Cuencas Interandinas de la Sierra Sur

Esta unidad ambiental se encuentra ubicada al Sur del cantón y se caracteriza por presentar alturas que varían de 1 300 a 1 100 m.s.n.m., las cuales son más bajas que los paisajes descritos anteriormente, debido a que sus características climáticas son mucho más desfavorables, presentando condiciones climáticas secas, las cuales se deben a su muy fuerte encajonamiento en los relieves de la cordillera oriental.

Dentro de estos paisajes, los afloramientos sobre el sustrato granítico son demasiados espesos, comúnmente rebasan la decena de metros como por ejemplo en la entalladura al Norte de Macará para poder relacionarlos con una pedogénesis actual. Son arenas blancuzcas, alteradas in situ, que han guardado toda la estructura de la roca, por eso se habla de granito fantasma que presentan todas las características fersialíticas y que se han interpretado como la base de la antigua secuencia heredada, adicionalmente se encuentran afloramientos de la Formación Celica y Sacapalca.

Representa el 24, 92 % correspondiente a 15 874,51 ha, del total de la superficie del cantón, la geomorfología está asociada relieves colinados muy bajos, bajos, medios, altos, muy altos, montañosos, compuestos por interfluvios redondeados con cimas agudas o redondeadas estrechas, separados por entalladuras en V paralelas a la pendiente, incluye localmente acumulaciones de tipo coluvial.

Sus características son:

- Ecología: Restos de bosque decíduo.
- Formas del relieve: Relieves montañosos, colinados muy altos, altos, medios y muy bajos, coluvión reciente, coluvión antiguo, coluvio aluvial antiguo, Escarpe de deslizamiento, vertientes abruptas, superficie ondulada.
- Geología: Formación Célica, Formación Sacapalca, Batolito Tangula, además están asociados los depósitos coluviales y depósitos coluvio aluviales.
- Edafología: Typic Haplustepts. Se caracteriza por suelos poco evolucionados, arcillo-arenosos, elaborados a partir de las alteritas fersialíticas heredadas que juegan el papel de roca madre.
- Cobertura natural: Se observa cultivos de ciclo corto como maíz y maní, además existe restos de bosque decíduo.
- Uso actual de las tierras: Agrícola.
- Infraestructura vial y poblacional: En su mayoría la red vial se encuentra conformada por caminos de verano correspondientes al 80%, vías de revestimiento suelto o ligero el 20% aproximadamente del total de vías que se encuentran dentro de ésta unidad. Dentro del mismo se encuentran 11 poblados.

- Vías Principales: Loja-Catamayo-Catacocha-Macará.
- Poblados Principales: Vega, San Vicente, El Limón, El Empalme, Lucarqui, Iquinda, El Guineo, El Guatu, Palanoma, Los Llanos y Carapal.
- Peligros naturales: Presencia de diferentes tipos de movimientos en masa (deslizamientos, flujos y reptaciones), además existen procesos de erosión hídrica.

### 3.1.2.1. Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico (> 22 °C)

Con las siguientes geologías: For. Celica, For. Zapotillo, Depósitos coluviales, Depósitos coluvio aluviales

#### a. Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (33)

Los suelos de este subgrupo taxonómico pertenecen 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 suelos moderadamente profundos (56 cm), en el rango de 51 a 100 cm, de texturas arcillosas; de drenaje natural moderado, es decir, eliminación lenta del agua de precipitación.

El perfil modal presenta horizontes A/Bw/BC/Cr, de color negro en la superficie, pardo fuerte y pardo oscuro en el horizonte BC, pardo fuerte con gravas en profundidad.

De los resultados de laboratorio se deduce que son suelos de reacción prácticamente neutros (6,5); el contenido de materia orgánica es alto (5,59 %) en la superficie, en el rango referencial para la sierra ecuatoriana. La capacidad de intercambio catiónico (28 meq/100 g) es alta y el porcentaje de saturación de bases (85,89 %) es alto, lo que determina un nivel de fertilidad natural de características altas.

La temperatura del suelo corresponde al régimen isohipertérmico, es decir, con una media anual superior a 22 °C. El régimen de humedad es ústico, caracterizado porque la sección de control del suelo está seca, en alguna o todas las partes por 90 días o más acumulativos en años normales, en transición con el régimen údico.

Este subgrupo ocupa una superficie de 1 197,17ha, que corresponden al 1,08 % de la superficie total del cantón. El perfil representativo es el codificado como PN5-P169. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 33.

#### b. Typic Hapludolls (IHFR): símbolo (34)

Su geología corresponde a la Formación Zapotillo, y se encuentran desde pendientes medias a fuertes hasta fuertes (25 - 70 %), pertenecientes a relieves altod.

Los suelos de este subgrupo taxonómico pertenecen al 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. Son suelos de moderadamente profundos a profundos en el rango de más de 50 cm, de texturas franco arcillosas a profundidad; de drenaje natural bueno, es decir presenta fácil eliminación del agua de precipitación, aunque no rápidamente; presenta frecuente presencia de fragmentos gruesos del tipo cantos y cantos grandes. El perfil modal presenta horizontes Ap/A2/Bw, de color pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en la superficie y pardo amarillento oscuro en profundidad (10 YR 4/4). Presenta un horizonte cámbico, donde se evidencia claramente el cambio de estructura y el aumento de chroma y value en el color del suelo.

De los resultados de laboratorio se deduce que son suelos de reacción prácticamente neutra (pH 6,7 valor promedio); el contenido de materia orgánica es alto (5,10 %) en la superficie, en el rango referencial para la sierra ecuatoriana. La capacidad de intercambio catiónico (31 meq/100 g) muy alto y el porcentaje de saturación de bases (85,58 %) es alto, lo que determina un nivel de fertilidad natural alta, caracterizada por una buena disponibilidad de nutrientes.

El régimen de humedad es údico, caracterizado porque el suelo no está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos la mayoría de los años; el régimen de temperatura es isohipertérmico e isotérmico.

Este subgrupo ocupa una superficie de 306.97 ha, que corresponden al 0,48 % de la superficie total del cantón. Los perfiles representativos es el codificado como PN9-P034.

c. Udic Haplustepts (KDV): símbolo (35)

Este subgrupo taxonómico está dentro del 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 suelos poco profundos (47 cm) en el rango de 21 a 50 cm, de texturas arcillosas, de drenaje natural moderado, es decir, eliminación lenta de agua de precipitación.

Morfológicamente, son suelos de perfil Ap/Bw/Cr, de color negro en la superficie y pardo muy oscuro a profundidad con matices intercalados de amarillo parduzco. Son suelos de deposiciones coluviales de movimientos en masa.

En los cuadros analíticos de laboratorio se puede observar que son suelos ligeramente ácidos (6,3) en superficie y prácticamente neutros a profundidad pH (8,6), el contenido de materia orgánica es alto (8,2 %) en la superficie, en el rango referencial para la sierra ecuatoriana. La capacidad de intercambio catiónico (26 meq/100 g) y el porcentaje

de saturación de bases (80,69 %) son altos, lo que determina un nivel de fertilidad natural alta.

La temperatura del suelo corresponde al régimen isohipertérmico, es decir, con una media anual superior a 22 °C. Su régimen de humedad es ústico, caracterizado porque la sección de control del suelo está seca, en alguna o todas las partes por 90 días o más acumulativos en años normales, en transición con el régimen údico.

Este subgrupo ocupa una superficie de 162, 28 ha, que corresponden al 0,25 % de la superficie total del cantón. El perfil representativo es el codificado como PN5-P168. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 35.

d. Udic Haplustolls (IGGZc): símbolo (36)

Son suelos morfológicamente estratificados, derivados de materiales de carácter deposicional, 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. Suelos de texturas arcillosas, poco profundos (38 cm) estructurados en granulos en la superficie y masiva a bloques sub-angulares en los horizontes profundos, de moderado drenaje.

Presenta un perfil tipo Ap/AC/C sin desarrollo genético, constituido por un horizonte Ap superficial, negro de 21 cm de espesor. Por debajo subyace un horizonte AC de colores pardo oscuro y pardo fuerte, un horizonte C de color pardo fuerte.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos pH (6,3), con niveles altos en materia orgánica en la superficie (mayor a 5,0 % para la sierra) decreciendo en profundidad, altos en saturación de bases y capacidad de intercambio, dando como resultado un nivel de fertilidad alto.

Se ubican en régimen de temperatura isohipertérmico indicándonos que la temperatura media anual es mayor a 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad del suelo y en régimen de humedad ústico, caracterizado porque la sección de control del suelo está seca, en alguna o todas las partes por 90 días o más acumulativos en años normales, en transición con el régimen údico.

Estos suelos abarcan una superficie de aproximadamente 101,62 ha correspondientes al 0,16 % de la superficie total del Cantón. El perfil representativo es el identificado con el número PN5-P170. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 36.

e. Typic Ustorthents (LEFF): símbolo (37)

Anteriormente descrito como INFOSEC. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (37).

3.1.3. Vertientes y Relieves Superiores de las Cuencas Interandinas, Macizos Internos de la Sierra Sur

Este paisaje se encuentra en la parte Sur occidental del sistema austral montañoso; se presenta como una estrecha banda continua, corresponde a los relieves secundarios que se caracterizan por una disección avanzada, pendientes fuertes y altos desniveles relativos, además se presentan valles profundamente entallados.

Sus características son:

- Formas del relieve: Relieve montañoso, colinado muy alto, alto y medio, coluvio aluviales y coluviones antiguos.
- Litología: Lutitas, argilitas interestratificadas, andesitas porfiríticas asociadas a la Formación Celica; limolita multicolor con intercalación de roca volcánica de la Formación Ciano; grauvacas, limolitas, bloques de rocas andesíticas asociado a depósitos coluviales.
- Edafología: Franco arcillosos a arcillosos, poco a moderadamente profundos.
- Cobertura natural: Vegetación arbórea.
- Uso actual de las tierras: Agrícola (Café, cultivos de ciclo corto, pastos), Pecuario, Conservación.
- Infraestructura vial y poblacional:  
Vías Principales: Guararás – Bazones – Alamor – Mercadillo – Gutunuma.  
Poblados Principales: Alamor, Mercadillo.
- Peligros naturales: Movimientos en masa: caídas, erosión por surcos y cárcavas.

3.1.3.1. Régimen de Temperatura del Suelo Isotérmico (13 a 21 °C)

Con las siguientes geologías: For. Ciano y Depósitos coluviales

a. Typic Hapludults (HCGO): símbolo (38)

Suelos clasificados dentro del orden de los Ultisoles, los cuales se caracterizan por presentar un epipedónócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt), en este horizonte se observan cutanes (revestimientos de arcilla) en poros y una saturación de bases de menos del 35 por ciento.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bt/CB/C, poco profundo (30 cm) en el rango de 21 a 50 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 15 cm de espesor. Es de color pardo oscuro, de textura franca, de estructura bloques sub angulares, de tamaño fino y grado

moderado. Subyace un horizonte (Bt) de aproximadamente 15 cm de espesor; de textura franco arcillosa; de color pardo grisáceo muy oscuro; estructurado en bloques sub angulares, de tamaño medio y de grado moderado. Por debajo se identifica un horizonte (CB) de 11 cm de espesor; de color pardo amarillento; de textura arcillosa y con estructura masiva. Por último encontramos un horizonte (C) de 19 cm de espesor, presenta un color pardo fuerte, textura arcillosa y estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción ácida pH (4,9) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (9,76 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (25meq/100 g) es alta y la saturación de bases (14,04 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural baja. Morfológicamente son suelos de malas características físicas y químicas para la agricultura.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isotérmico caracterizado por presentar una temperatura de 13 a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad údico no está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos la mayoría de los años.

Estos suelos abarcan una superficie de aproximadamente 385,77 ha correspondientes al 0,61 % de la superficie total del cantón. El perfil representativo es el identificado con el número PN4-P152. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 38.

b. Typic Paleudults (HCET): símbolo (39)

Suelos clasificados dentro del orden de los Ultisoles, 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 y una saturación de bases de menos del 35 por ciento.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bt/BC/C, moderadamente profundo (58 cm) en el rango de 51 a 100 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 12 cm de espesor. Es de color pardo, de textura franco arcillosa, de estructura en bloques sub angulares, de tamaño medio y grado fuerte. Subyace un horizonte (Bt) de aproximadamente 17 cm de espesor; de textura franco arcillosa; de color pardo amarillento; estructurado en bloques angulares a sub angulares de tamaño medio y de grado débil. Seguido se identifica un horizonte (BC) de 29 cm de espesor; de color pardo fuerte; de textura arcillosa, con estructura de masiva a bloques sub angulares. Por último encontramos un horizonte (C) con un espesor de 48 cm, de color rojo amarillento y de estructura masiva a masiva rocosa.

Químicamente son suelos de reacción medianamente ácida pH (5,5) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (10,69 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (23meq/100 g) es alta y la saturación de bases (28,22 %) baja. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural baja y alta toxicidad por aluminio intercambiable. Morfológicamente son suelos de malas características físicas y químicas, para las actividades agrícolas.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isotérmico caracterizado por presentar una temperatura de 13 a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad údico no está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos la mayoría de los años.

Se estima abarca una superficie de 4 111,79 ha que significan el 6,46 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN9-P159 ubicados en la forma de relieve montañoso, en pendientes de 40 a 70 %. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (39).

c. Oxyc Dystrudepts (KGES): símbolo (40)

Anteriormente descrito como INFOSEC. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (40).

d. Typic Paleudults (HCET): símbolo (41)

Anteriormente descrito como INFOSEC. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (41).

### 3.1.3.2. Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico (> a 22 °C)

Con las siguientes geologías: For. Ciano, Depósitos coluviales y Depósitos coluvio aluviales

a. Typic Paleudults (HCET)

Corresponde a suelos clasificados dentro del orden de los Ultisoles, los cuales se caracterizan por presentar un epipedón ócrico eluvial en la mayoría de ocasiones, sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt) con baja saturación de bases (< 35 %), en este horizonte se observan cutanes (revestimientos de arcilla) en poros.

Son de texturas arcillosas, moderadamente drenados por lo tanto el agua se infiltra lentamente; poco profundos (29 cm) con pendientes fuertes entre el 40 y 70 %.

En el aspecto morfológico, el perfil edáfico es del tipo Ap/AB/Bt y se caracteriza por presentar un horizonte Ap de 12 cm de espesor, de color negro, el AB de 17 cm de espesor de colores pardo oscuro y

pardo fuerte, y el horizonte Bt de 61 cm de espesor de colores rojo amarillento y pardo fuerte.

Son bajos en saturación de base y altos en capacidad de intercambio dando como resultado un nivel de fertilidad natural medio. Son suelos que deben mantenerse con la vegetación natural existente con fines de protección.

Se ubican en régimen de temperatura údico, caracterizado porque la sección de control del suelo no está seca más de 90 días acumulativos en la mayoría de los años; y de humedad en régimen de temperatura isohipertérmico indicándonos que la temperatura media anual es mayor a 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad del suelo.

Ocupa una superficie calculada en 3 702,79 ha correspondientes al 5,81 % de la superficie del cantón. El perfil representativo corresponde al PN5-P173. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (42).

b. Ultic Paleustalfs (JCFS): símbolo (43)

Este subgrupo taxonómico está dentro del Orden de los Alfisoles, se caracteriza por la presencia de un horizonte argílico con una saturación de bases menor de 75 % en todo su espesor, de color pardo amarillento a pardo fuerte, texturas franco arcillo – limosas en la superficie y en la superficie y arcillosas a profundidad. Distribuido sobre relieves montañosos en pendientes fuertes (40 - 70%).

Se encuentran 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 ústico que nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

Son suelos de drenaje natural bueno, donde la eliminación del agua de precipitación es fácil, aunque no rápida. Son suelos poco profundos (40 cm), en el rango de 21 a 50 cm. Con respecto a su morfología se observa un perfil con horizontes Ap/Bt/Cr, de estructura tipo bloques subangulares de tamaño fino y grado fuerte a moderado; incluyendo un horizonte mineral de tipo masivo.

Los datos de laboratorio, manifiestan que son suelos de reacción ligeramente ácida (pH 6,1), el contenido de materia orgánica es bajo (2,48 %) en la superficie, en el rango referencial para la sierra ecuatoriana, decreciendo los niveles con la profundidad. La capacidad de intercambio catiónico es alta (25 meq/100 g), y la saturación de bases (49,76 %) es media, lo que determina un nivel de fertilidad mediana, limitada principalmente por el pH del suelo y la frecuente pedregosidad en todo el espesor del perfil.

Ocupa una superficie calculada en 807,05 ha correspondientes al 1,27 % de la superficie del cantón. El perfil representativo corresponde al PN2-P158. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (43).

c. Typic Paleudults (HCET): símbolo (44)

Suelos clasificados dentro del orden de los Ultisoles, los cuales se caracterizan por presentar un epipedónócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt), en este horizonte se observan cutanes (revestimientos de arcilla) en poros y una saturación de bases de menos del 35 por ciento.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bt/BC/C, moderadamente profundo (69 cm) en el rango de 51 a 100 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 29 cm de espesor. Es de color pardo grisáceo oscuro a muy oscuro, de textura franco arcillosa, de estructura en bloques sub angulares, de tamaño medio y grado moderado. Subyace un horizonte (Bt) de aproximadamente 15 cm de espesor; de textura arcillosa pesada; de color pardo grisáceo; estructurado en bloques angulares de tamaño fino y de grado débil. Por debajo se identifica un horizonte (BC) de 27 cm de espesor; de color amarillo; de textura arcillosa, con estructura masiva a bloques angulares de tamaño fino y de grado débil. Por último encontramos un horizonte (C) de un espesor de más o menos 23 cm; de color rojo amarillento; de textura arcillosa, con estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción medianamente ácida pH (5,9) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (6,47 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (19meq/100 g) es media y la saturación de bases (40,32 %) media. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural baja. Morfológicamente son suelos de malas características físicas y químicas, presencia de alta toxicidad por aluminio intercambiable.

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

Se estima abarca una superficie de 2 532,92 ha que significan el 3,98 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN9-P156 ubicados en la forma de relieve colinado medio, en pendientes del 40 a 70 %, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (44).

d. Ultic Hapludalfs (JEJZb): símbolo (45)

Suelos clasificados dentro del orden de los Alfisoles, los cuales se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy cortó. (Ultic) presentan una saturación de bases de menos del 75 por ciento en todas partes.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bt/BC/C, poco profundo (45 cm) en el rango de 21 a 50 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 13 cm de espesor. Es de color pardo muy oscuro, de textura franca, de estructura bloques sub angulares, de tamaño fino y grado débil. Subyace un horizonte (Bt) de aproximadamente 32 cm de espesor; de textura franco arcillosa; de color pardo grisáceo oscuro a muy oscuro; estructurado en bloques angulares a sub angulares, de tamaño medio y grado moderado. Por debajo se identifica un horizonte (BC) de 10 cm de espesor, presenta un color pardo fuerte, de textura arcillosa y estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción medianamente ácida pH (5,5), presentan ligera toxicidad por aluminio intercambiable en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (7,72 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (29meq/100 g) es alta y la saturación de bases (40,07 %) media. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana. Morfológicamente son suelos de buenas características físicas y químicas para la agricultura.

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

Se estima abarca una superficie de 1 860,63 ha que significan el 2,92 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN4-P154 ubicados en la forma de relieve colinado muy alto, en pendientes del 40 a 70 %. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (44).

e. Humic Dystrudepts (KGEU): símbolo (46)

Estos suelos se encuentran en superficies onduladas con pendientes medias de 12 a 25 %

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 suelos de textura arcillosa tanto en la superficie como a profundidad, de drenaje natural

moderado, moderadamente profundos (60cm) en el rango de 51 a 100 cm.

El perfil modal incluye a horizontes Ap/Bw/BC/C. La capa Ap de 15 cm de profundidad presenta color gris muy oscuro en seco y húmedo, estructura tipo bloques subangulares, de tamaño fino a medio y grado moderado. Bw de 18 cm de profundidad, color pardo grisáceo oscuro en seco y pardo muy oscuro en húmedo, de estructura tipo bloques subangulares, tamaño fino a medio y grado moderado. La capa BC presenta dos colores (pardo amarillento oscuro y pardo amarillento), de estructura tipo bloques subangulares, tamaño medio y grado moderado. Finalmente la capa C de 20 cm de profundidad, color pardo fuerte, de estructura tipo masiva a bloques subangulares, tamaño fino/delgado y grado débil.

Químicamente son suelos con reacción medianamente ácida (pH 5.8) en la superficie; el contenido de materia orgánica es alto para la sierra (9,89 %). La saturación de bases es baja (44,25 %) y la capacidad de intercambio catiónico es alto (28 meq/100g) presentando fertilidad media.

Se ubican en el régimen de temperatura isohipertérmico y en el régimen de humedad údico.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P178. Ocupa una superficie calculada en 57,85 ha que representan el 0,09 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 46.

f. Udic Haplustepts (KEDV): símbolo (47)

Suelos clasificados dentro del 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.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bw/BC/C, poco profundo (40 cm) en el rango de 21 a 50 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 15 cm de espesor. Es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcillosa, de estructura bloques sub angulares, de tamaño fino y grado moderado. Subyace un horizonte (Bw) de aproximadamente 25 cm de espesor; de textura arcillosa; de color pardo; estructurado en bloques angulares, de tamaño medio y grado moderado. Por debajo se identifica un horizonte (BC) de 15 cm de espesor, presenta un color pardo amarillento oscuro, de textura arcillosa y estructura masiva a bloques sub angulares. Por último encontramos un horizonte (C) de 30 cm de espesor, textura arcillosa y estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,2) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (5,28 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (28meq/100 g) es alta y la saturación de bases (59,89 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta. Morfológicamente son suelos de óptimas características físicas y químicas para la agricultura.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control están áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Se estima abarca una superficie de 357, 41 ha que significan el 0,56 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN4-P157 ubicados en la forma de relieve colinado alto, en pendientes del 25 a 40 %. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 47.

g. Udic Haplustalfs (JCHW): símbolo (48)

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Alfisoles, caracterizados por presentar un epipedón argílico (iluvial) con revestimientos de arcilla en los poros, y un mayor incremento de arcilla en el horizonte B que en el A. El subgrupo taxonómico destaca la presencia de humedad del suelo dentro del régimen de humedad del suelo ústico.

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 ústico que nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

Presentan texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosas a profundidad, el drenaje natural es bueno, por lo que la eliminación del agua es fácil, aunque no rápida; son moderadamente profundos (55 cm) en el rango de 51 a 100 cm. Se distribuyen en pendientes fuertes (40 - 70 %), sobre relieves colinados muy altos.

La morfología del suelo descrito en calicata presenta un perfil edáfico del tipo Ap/Bt1/Bt2/BC. El horizonte Ap de 30 cm de espesor y color pardo grisáceo, presenta una estructura de tipo bloques subangulares finos a medios y grado fuerte. El horizonte B de color pardo amarillento se subdivide en Bt1 y Bt2, diferenciados el uno del otro por

la estructura de sus agregados, de bloques angulares medios a masiva a bloques subangulares de tamaño finos a medios. Incluye un horizonte de transición (BC), de similar color que el anterior y ausencia de estructura, masivo. La principal limitante de este suelo es la presencia de grava hasta los 80 cm de espesor.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos (pH 6,1 – 6,7), con niveles medios en materia orgánica (3,12 %) en el rango referencial para la sierra ecuatoriana. La capacidad de intercambio catiónico es alta (28 meq/100 g), y la saturación de bases es media (41,86 %). De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana.

Se estima abarcan una superficie de aproximadamente 1 129,65 ha que significan el 1,77 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN2-P150, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 48.

#### h. Udic Haplustalfs (JCHW): símbolo (49)

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Alfisoles, caracterizados por presentar un epipedón argílico (iluvial) con revestimientos de arcilla en los poros, y un mayor incremento de arcilla en el horizonte B que su suprayacente. El subgrupo taxonómico destaca la presencia de humedad del suelo dentro del régimen ústico.

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; su régimen de humedad del suelo ústico, nos indica que el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses consecutivos en años normales. Sin embargo, permanece húmedo en alguna parte por más de 180 días acumulativos o más de 90 días consecutivos por año.

Presentan texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosas a profundidad, su drenaje natural es bueno, por lo que la eliminación del agua es fácil, aunque no rápida; son moderadamente profundos (55 cm) en el rango referencial de 51 a 100 cm. Se distribuyen en pendientes medias a fuertes (25 a 40%), sobre la unidad morfológica denominada coluvión antiguo.

La morfología del suelo descrito en calicata presenta un perfil edáfico del tipo Ap/A1/Bt. Se caracteriza por presentar un horizonte Ap de 25 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro, con estructura de tipo granular a bloques subangulares de tamaño fino y grado fuerte. Se diferencia un horizonte A1 de 25 cm de espesor, con estructura de tipo bloques subangulares finos y grado moderado. Subyace un horizonte argílico (Bt) de 70 cm de espesor, de color pardo amarillento, estructura de tipo masiva a bloques subangulares muy finos de grado débil. Todo el perfil se encuentra cubierto de grava media y gruesa moderadamente intemperizada.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos ligeramente ácidos (pH 6,4), con niveles bajos de materia orgánica (2,57 %) considerando el rango para la sierra. La capacidad de intercambio catiónico es alta (24,0 meq/100 g), al igual que la saturación de bases (61,17 %). De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural mediana.

Ocupan una superficie de 137, 85 ha que significan el 0,22 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN2-P151, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 49.

i. Typic Paleudults (HCET): símbolo (50)

Anteriormente Descrito como INFOSEC. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 50.

j. Typic Udorthents (LEFF): símbolo (51)

Suelos clasificados dentro del orden de los Entisoles, los cuales se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy cortó.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/C1/2C2, muy superficial (10 cm) en el rango de 1 a 10 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 10 cm de espesor. Es de color pardo, de textura franco arenosa, de estructura bloques subangulares, de tamaño fino y grado débil. Subyace un horizonte (C1) de aproximadamente 20 cm de espesor; de textura franco arenosa; de color pardo amarillento; estructurado en masivo. Por debajo se identifica un horizonte (2Cr) de 20 cm de espesor, es la presencia de roca.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,1) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (13,5 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (31meq/100 g) es muy alta y la saturación de bases (63,35 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta. Morfológicamente son suelos de óptimas características físicas y químicas para la agricultura.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control están áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Se estima ocupan una superficie de 473,72 ha que significan el 0,74 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN4-P153 ubicados en la forma de relieve coluvio aluvial antiguo, en pendientes del 25 a 40 %. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 51.

k. Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (52)

Anteriormente descrito como INFOSEC. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 52.

#### 3.1.4. Relieves de los fondos de las Cuencas y Valles Deprimidos

Los paisajes son altitudinalmente más bajos (1 200 a 960 m.s.n.m.) y topográficamente menos accidentados; por su situación geográfica, gozan de condiciones climáticas más secas que los relieves circundantes.

Se evidencia relieves altos, muy altos y montañosos con fuertes pendientes que varían de 25 al 70%, los cuales bajan progresivamente desde los 1 280 m. en la parte aguas arriba hacia los 860 m. cerca de la confluencia. Se formaron durante la última fase del encajonamiento de la red hidrográfica, particularmente rápida, debido a su perfil rectilíneo, sus pendientes y su característico drenaje paralelo. Su terreno es relativamente inestable que presenta marcas de desprendimiento, activas o estabilizadas y están recubiertas por derrumbes o depósitos superficiales coluvionados.

Cabe señalar que en estos paisajes se pueden observar huellas generalizadas de una morfo-dinámica antigua, donde se aprecia intensos fenómenos de escurrimiento sobre los relieves colinados, favorecidos por la ausencia de cohesión de las formaciones superficiales y una vegetación natural arbustiva abierta, adaptada a las condiciones climáticas entre sub-áridas y áridas, que no aportan una protección significativa.

Esta unidad ambiental se presenta al centro y oriental del cantón Paltas, representando el 0,72 % correspondiente a 461, 23 ha., aproximadamente de la superficie total.

Sus características son:

- Ecología: Formación arbórea y Formación arbustiva.
- Formas del relieve: Relieves ondulados, colinados muy bajos, bajos, medios, altos, muy altos y montañosos; superficie ondulada, presencia de coluviones antiguos y recientes; glacis de esparcimiento, glacis de erosión, frente de cuesta, superficie disectada de cuesta.
- Geología: Formación Celica, Formación Sacapalca, Formación Río Playas, Batolito Tangula, depósitos coluviales y coluvio aluviales.
- Edafología: Lithic Ustorthents

- Cobertura natural: Formación arbórea, densa, decidua y Formación arbustiva, de densa a abierta, espinosa.
- Uso actual de las tierras: Conservación y protección.
- Infraestructura vial y poblacional: En su mayoría la red vial se encuentra conformada por caminos de verano correspondientes al 80% y senderos que representan el 20% aproximadamente del total de vías que se encuentran dentro de ésta unidad. Dentro del mismo se encuentran 14 poblados.
- Peligros naturales: Presencia de diferentes tipos de movimientos en masa (caídas, flujos y reptaciones).

#### 3.1.4.1. Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico (> a 22 °C)

Con las siguientes geologías: For. Cazaderos, Depósitos coluviales, Depósitos coluvio aluviales.

##### a. Lithic Ustorthents (LEEB): símbolo (53,54,55)

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Entisoles, los cuales se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy corto.

Este subgrupo se determinó con la información secundaria y corresponde al asignado con INFOSEC. Ocupa una superficie calculada en 461,24 ha que representan el 0,72 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por los símbolos 53,54 y 55.

#### 3.1.5. Vertientes Andinas Occidentales de la Sierra Sur

Esta unidad se encuentra ubicada al Suroeste del cantón Puyango, se trata de una zona topográficamente bien diferenciada cuya principal característica es la disimetría, existen relieves pseudo apalachianos productos del tipo de material y su grado de consolidación, asociado a lutitas y grauvacas. El clima seco predomina en la zona, en donde se puede encontrar suelos poco profundos y poco evolucionados.

Sus características son:

- Formas del relieve: Relieve colinado muy alto, alto, medio, ondulado, coluvión antiguo y coluvio aluvial.
- Geología: Lutitas, grauvacas y limolitas compactas y finamente estratificadas, asociadas a la Formación Ciano.
- Edafología: Suelos franco arcillosos limosos, moderadamente profundos, ligeramente pedregosos y con un régimen de humedad de ústico a údico.
- Cobertura natural: Bosque, vegetación arbustiva.

- Uso actual de las tierras: Agrícola (café, maíz, pastos), Pecuario.
- Infraestructura vial y poblacional:  
Vías Principales: Mangahurquillo – Pitayo – Las Pampas de Turinuma.  
Poblados Principales: Mangahurquillo, La Palmira, Zapallos, San José de Limo.
- Peligros naturales: Movimientos en masa: caídas, erosión por surcos y cárcavas.

Representa el 12,12 % correspondiente a 7 717,32 ha, del total de la superficie del cantón, la geomorfología está asociada relieves colinados muy bajos, bajos, medios, altos, muy altos, montañosos, compuestos por interfluvios redondeados con cimas agudas o redondeadas estrechas, separados por entalladuras en V paralelas a la pendiente, incluyendo acumulaciones de tipo coluvial y coluvio aluvial como coluviones antiguos y coluviones aluviales antiguos.

#### 3.1.5.1. Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico (> a 22 °C)

Con las siguientes geologías: For. Zapotillo, Depósitos coluviales, Depósitos coluvio aluviales.

##### a. Udertic Haplustepts (KEDC): símbolo (56)

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 suelos poco profundos (35 cm), en el rango de 21 a 50 cm, de textura arcillosa en superficie y profundidad. Los colores de los horizontes: Ap negro, Bw pardo oscuro, y Cr pardo oscuro y amarillo. De drenaje moderado, eliminación lenta de agua de precipitación. Presenta características vérticas en la superficie con grietas en la superficie.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,2 a 6,4); el contenido de materia orgánica es alto para la sierra (6,92 %) en la superficie, decreciendo en profundidad. La capacidad de intercambio catiónico (29 meq/100 g) y el porcentaje de saturación de bases (mayor a 60 %) son altos, lo que determina una fertilidad natural alta, caracterizada por una óptima disponibilidad de nutrientes.

La temperatura del suelo tomada en campo está entre 27 y 28 °C, correspondiente al régimen isohipertérmico, es decir, con una media anual superior a 22 °C. El régimen de humedad es ústico, caracterizado porque el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses acumulativos la mayoría de los años, en transición con el régimen údico.

Estos suelos fueron caracterizados con el perfil PN5-P163. Ocupan una superficie estimada en 452, 60 ha, que corresponden al 0,71% de la

superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 56.

b. Udertic Haplustepts (KEDC): símbolo (57)

Se encuentran en pendientes entre el 100 al 150%. Pertenecientes a relieves montañosos. 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 textura franco arcilloso en la superficie y arcilloso a profundidad, buen drenaje natural, permitiendo una fácil eliminación del agua de precipitación; moderadamente profundos (51 a 100 cm) con pendientes escarpadas entre el 100 y el 150 %.

En el aspecto morfológico, el perfil edáfico es del tipo Ap/Bw/CB/C, se caracteriza por presentar un horizonte Ap de 20 cm de color pardo en seco y pardo oscuro en húmedo, de estructura tipo bloques subangulares de tamaño fino a medio y grado fuerte, subyace un horizonte Bw de 20 cm de color pardo con estructura del tipo bloques subangulares, un horizonte CB de 35 cm de color pardo fuerte de estructura masiva a bloques subangulares, tamaño fino y grado débil, finalmente un horizonte C de color pardo fuerte sin estructura (masiva).

Químicamente son suelos altos en saturación de bases y con capacidad de intercambio catiónico muy alta, el contenido de materia orgánica en medio (4.75 %) en el rango referencial para la sierra, pH (6,3) ligeramente ácido, dando como resultado un nivel de fertilidad natural media.

Se ubican en régimen de humedad ústico que nos indica que el perfil se encuentra seco, por más de 90 días acumulativos, y hasta 180 días acumulativos húmedos, en años normales; y de temperatura en régimen isohipertérmico, es decir, que su temperatura media anual se encuentra sobre los 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad.

Ocupa una superficie calculada en 1 721, 17 ha correspondientes al 2,70 % de la superficie del cantón, El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P167. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 57.

c. Udertic Haplustepts (KEDC) : símbolo (58)

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 arcillosas a franco arcillosas; de drenaje natural moderado, es decir eliminación lenta del agua de precipitación; poco profundos (30 cm) en el rango de 21 a 50 cm. Presenta características vérticas en la superficie con grietas en la superficie.

El perfil modal incluye a horizontes A/Bw/Cr, de color pardo muy oscuro en la superficie y en el horizonte cámbico, amarillo parduzco y pardo rojizo en el Cr.

De los datos de laboratorio se deduce que son suelos de reacción ligeramente ácidos (pH 6,5) en la superficie y en profundidad; el contenido de materia orgánica en la superficie es alto para la sierra (entre 5,46 %) y decreciendo en profundidad. La saturación de bases (mayor al 50 %) y la capacidad de intercambio son altas, por lo que podemos deducir, que estos suelos tienen una fertilidad natural alta, caracterizada por una óptima disponibilidad de nutrientes.

Se ubican en régimen de temperatura isohipertérmico, es decir, que su temperatura media anual es superior a 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad. El régimen de humedad es ústico, caracterizado porque el suelo está seco en todo el perfil más de tres meses acumulativos la mayoría de los años, en transición con el régimen údico.

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN5-P162. Ocupa una superficie calculada en 3 917,2 ha que representan el 6,15 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 58.

d. Aridic Haplustepts (KEDT): símbolo (59)

Suelos clasificados dentro del 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.

Este subgrupo se determinó con la información secundaria y corresponde al asignado con INFOSEC. Ocupa una superficie calculada en 311,97 ha que representan el 0,49 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 59.

e. Udertic Haplustalfs (JCHE): símbolo (60)

El concepto central del subgrupo Udertic Haplustalfs se fija en suelos drenados moderadamente, y que como es característico del Orden de los Alfisoles, presentan un epipedón ócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt), que es de textura franca o más arcilloso.

Este subgrupo de determino con la información secundaria y corresponde al asignado con INFOSEC. Ocupa una superficie calculada en 620,37 ha que representan el 0,97 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 60.

f. Udic Ustorthents (LEEL): símbolo (61)

Suelos clasificados dentro del orden de los Entisoles, los cuales se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy corto. Pertenecientes al subgrupo Udic por presentar 90 días acumulativos o más húmedos, en una zona de transición del régimen de humedad del suelo.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/AC/C, superficial (20 cm) en el rango de 11 a 20 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 15 cm de espesor. Es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcillosa, de estructura en bloques angulares, de tamaño medio y grado moderado. Subyace un horizonte (AC) de aproximadamente 37 cm de espesor; de textura arcillosa; de color pardo; estructurado en masiva a bloques angulares de tamaño fino y de grado débil. Por debajo se identifica un horizonte (C) de 43 cm de espesor; de color pardo; de textura arcillosa, con estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,2) en la superficie; con niveles altos en materia orgánica (5,5 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (23 meq/100 g) es alta y la saturación de bases (63,65 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural alta. Morfológicamente son suelos de óptimas características físicas y químicas.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control están áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Ocupan una superficie de 385,29 ha que significan el 0,61 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN9-P152 ubicados en la forma de relieve coluvión antiguo, en pendientes del 40 a 70 %, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (61).

g. Vertic Paleustalfs ( JCFD): símbolo (62)

Suelos clasificados dentro del orden de los Alfisoles, los cuales se caracterizan por presentar un epipedónócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial) (Bt), en este horizonte se observan cutanes (revestimientos de arcilla) en poros. El subgrupo taxonómico se define por la textura arcillosa y presencia de grietas en la superficie que llegan hasta aproximadamente 30 cm de profundidad.

Morfológicamente estos suelos se caracterizan por presentar un perfil edáfico del tipo A/Bt/C, moderadamente profundo (56 cm) en el rango de 51 a 100 cm; de buen drenaje. Se caracteriza por un horizonte superficial (A) de 24 cm de espesor. Es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura arcillosa, de estructura en bloques angulares, de tamaño medio y grado moderado. Subyace un horizonte (Bt) de aproximadamente 27 cm de espesor; de textura arcillosa; de color pardo; estructurado en masiva a bloques angulares de tamaño fino y de grado débil. Por debajo se identifica un horizonte (C) de 34 cm de espesor; de color pardo; de textura arcillosa, con estructura masiva.

Químicamente son suelos de reacción ligeramente ácida pH (6,4) en la superficie; con niveles bajos en materia orgánica (2,6 % en el rango para la sierra) en la superficie, decreciendo a profundidad. La capacidad de intercambio (32 meq/100 g) es muy alta y la saturación de bases (81 %) alta. De estos análisis se deduce un nivel de fertilidad natural media. Morfológicamente son suelos de buenas características físicas y químicas.

Se localizan en régimen de temperatura del suelo isohipertérmico caracterizado por presentar una temperatura de mayor a 22° C entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año con una variación muy débil y en régimen de humedad ústico la sección de control está en áreas seca, en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Ocupan una superficie de 158, 77 ha que representan el 0,25 % de la superficie total del cantón. El perfil modal corresponde al identificado con el número PN9-P151 ubicados en la forma de relieve coluvio aluvial antiguo, en pendientes del 12 a 25 %, en el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (62).

h. Typic Ustorthents (LEEN): símbolo (63)

Anteriormente descrito como INFOSEC. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo (63).

### 3.1.6. Medio Aluvial

Se puede definir como un sistema influenciado directamente por la acción de los ríos. Es un sistema muy variable ya que cambia con el tiempo, debido a la actividad de procesos erosivos y de sedimentación, responde también a los cambios climáticos, modificaciones de nivel de base, tectónica cuaternaria y actividades humanas. En el cantón Paltas esta unidad corresponde al 1,40% correspondiente a 1 631,26 ha. aproximadamente, del total de superficie que cubre el cantón, está dominada por la acción de los ríos Catamayo, Playas, Quebrada Playas, Quebrada Convenio, Quebrada Macanchamine, Quebrada Cuamine, Quebrada Yambolamaca y Quebrada Shoa. Estos cauces conjuntamente con el tipo de material presente en el cantón han provocado la aparición de terrazas y valles.

Sus características son:

- Formas del relieve: Terraza alta, terraza media, terraza baja o cauce actual y valle fluvial.
- Geología: Depósitos aluviales de edad Cuaternaria.
- Cobertura natural: Cultivos anuales y semipermanentes.
- Uso actual de las tierras: Agrario (cultivos de maíz y maní).
- Infraestructura vial y poblacional:
- Vías Principales: Existen vías de revestimiento suelto o ligero de dos o más vías y caminos de verano que conectan con esta unidad ambiental.
- Poblados Principales: El Limón, El Empalme, Lucarqui, La Merced, Pueblo Nuevo, Santo Domingo, Carapal, El Guineo, entre los principales.
- Peligros naturales: Erosión por surcos.

#### 3.1.6.1. Régimen de Temperatura del Suelo Isohipertérmico (> 22 °C)

Con las siguientes geologías (Depósitos aluviales)

##### a. Udifluventic Haplustepts (KEDN): símbolo (64)

El perfil representativo de este subgrupo corresponde al asignado con el número PN7-P169. Se encuentran en pendientes medias a fuertes (12 a 25 %), pertenecientes a relieves mediana a fuertemente disectados.

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 textura franco arcilloso en todo el perfil; de drenaje natural bueno, es decir eliminación fácil de agua de precipitación, aunque no rápidamente;

Suelos moderadamente profundos (100 cm) en el rango > a 100 cm, con pendientes medias a fuertes entre 25 a 40%.

El perfil modal incluye a horizontes A1/Bw/BC. El horizonte A1 es de color pardo pálido (10YR6/3) en seco y pardo amarillento oscuro en húmedo (10YR3/4), presenta estructura del tipo bloques subangulares de tamaño fino/delgado y grado débil. El horizonte Bw de color pardo amarillento (10YR5/4) en seco y pardo muy pálido (10 YR7/4) en húmedo, de estructura bloques subangulares, tamaño fino/delgado y grado débil. La capa BC de color pardo muy pálido (10YR7/3), estructura masiva a bloques subangulares, tamaño fino/delgado y grado débil.

Químicamente son suelos ligeramente ácidos (pH 6,4); el contenido de materia orgánica en la superficie es baja para la sierra (1.33%), saturación de bases alta (64,42 %) y la capacidad de intercambio catiónico alta (26 meq/100 g), por lo que podemos deducir que estos suelos tienen una fertilidad natural mediana.

Se ubican en régimen de temperatura isohipertérmico, es decir, que su temperatura media anual se encuentra sobre los 22 °C entre los 50 y 100 cm de profundidad. El régimen de humedad es ústico, el perfil se encuentra seco, por más de 90 días acumulativos, con un control de 180 días acumulativos húmedos en años normales.

Ocupa una superficie calculada en 125, 46 ha que representan el 0,20 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 64.

b. Typic Udifluvents (LDFH): símbolo (65)

Estos son los Udifluvents que tienen moderadamente a buen drenaje. Se dan relativamente en zonas altas en las llanuras de inundación, y el nivel freático es más profundo que los 50 cm todo el tiempo o parte del tiempo suficiente para que no se produzca empobrecimientos redox con un chroma de 2 o menos o ácuicas condiciones dentro de los 50 cm de la superficie del suelo y no chroma de 0 o matiz más azul que 10Y o condiciones ácuicas dentro de una profundidad de 100 cm . El subgrupo Typic excluye suelos que tienen ya sea grietas y caras de fricción o agregados en forma de cuña o una extensibilidad lineal de 6.0 o más dentro de los 100 cm del suelo mineral. No tienen, en los 75 cm superiores, un depósito de materiales piroclásticos que es tan grueso como 18 cm. Se utilizan como tierras de cultivo si el áreas de los suelos son lo suficientemente grandes.

Este subgrupo de determino con la información secundaria y corresponde al asignado con INFOSEC. Ocupa una superficie calculada en 14,93 ha que representan el 0,02 % de la superficie total del cantón. En el mapa geopedológico y en la leyenda está representado por el símbolo 65.

### 3.2. Resumen órdenes de suelos

En el cantón Puyango se observó en su mayoría un paisaje caracterizado por relieves montañosos, colinados muy altos, altos, medios y en menor porcentaje bajos; vertientes abruptas; superficies onduladas que se encuentran en las partes altas de los relieves; coluviones antiguos y glacis de esparcimiento; además una pequeña parte de medio aluvial. Son suelos erosionados y con características de paleoclimas.

Las principales actividades económicas del cantón son el pastoreo de ganado y el cultivo de maíz.

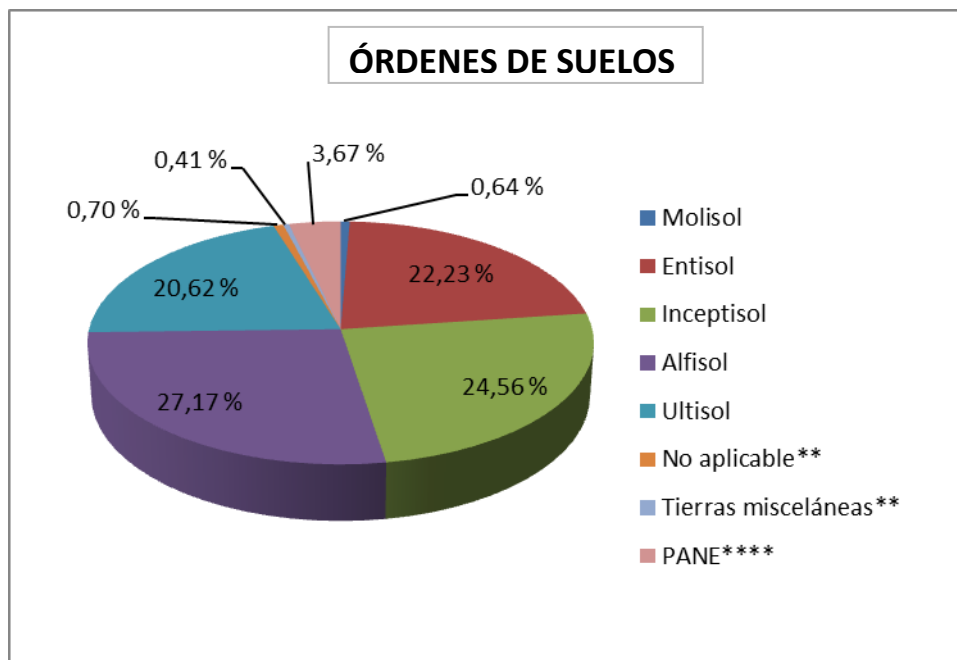
#### 3.2.1. Perfiles

Para la caracterización edafológica del cantón Puyango se realizaron 39 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 Puyango, ocupa 63 680,76 ha de superficie intervenida; donde predominan suelos del orden de los Alfisoles con 17345,49 ha (27,24 %), seguidos de los Inceptisoles con 15 621,70 ha (24,563 %), los Entisoles con 14 132,75 ha (22,19 %), los Ultisoles con 13 129,45 (20,62 %), y finalmente los Molisoles con 408,59 (0,64 %) 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.

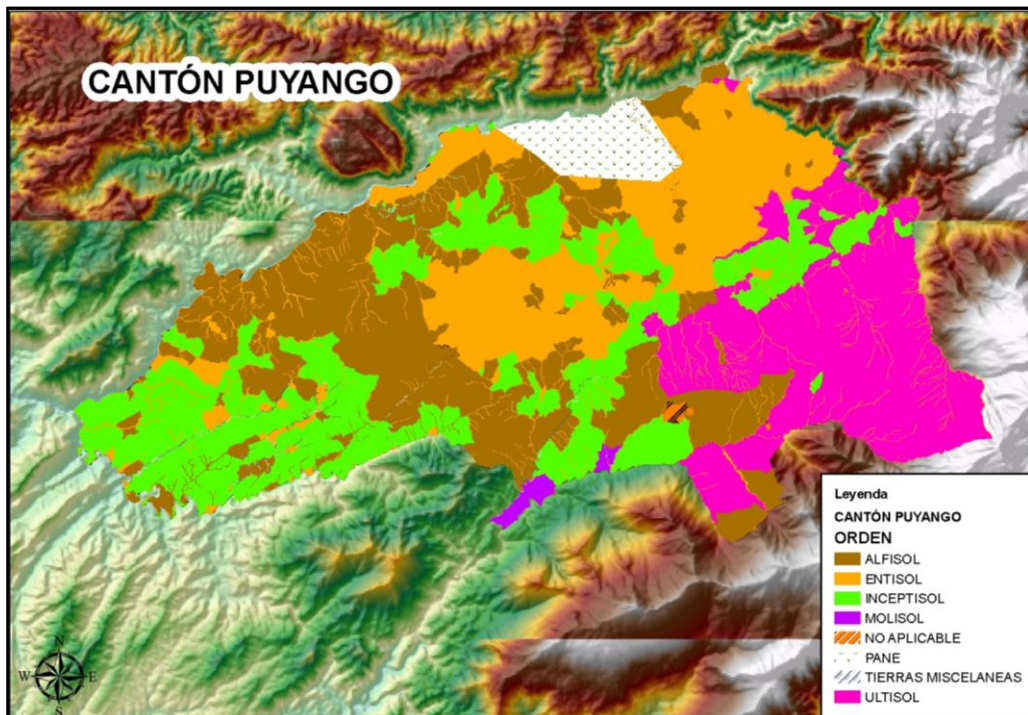
El área no aplicable corresponde a ríos, poblados y representan el 0,70 %. Las tierras misceláneas con el 0,41 %, corresponden a tierras que no están caracterizadas como unidades de suelos o unidades taxonómicas, y finalmente el PANE (Patrimonio de Áreas Naturales del Estado) con 3,67 %.

**Cuadro 3.1.** Ordenes de suelos en el cantón Puyango

Orden de Suelos Soil Survey Staff, 2006	(ha)	%*
Molisol	408,59	0,64
Entisol	14 132,75	22,19
Inceptisol	15 621,70	24,53
Alfisol	17 345,49	27,24
Ultisol	13 129,45	20,62
No aplicable**	444,21	0,70
Tierras misceláneas***	259,61	0,41
PANE****	2338,95	3,67
* El porcentaje es calculado en relación al área total del cantón 63 680,76 ha		
** Zonas urbanas, ríos dobles y simples		
*** Tierras que no están caracterizadas como unidades de suelos		
**** Patrimonio de áreas naturales del Estado		

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

**Figura 3.1.** Ubicación geográfica de órdenes de suelos



Fuente: IEE-MAGAP (CGSIN), 2013.

### 3.2.2.1. Molisoles

Los principales Subgrupos de los Molisoles encontrados en el cantón pertenecen a dos sub órdenes, y a dos grandes grupos como se muestra a continuación:

**Cuadro 3.2.** Molisoles en el cantón Puyango

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Molisol	Udolls	Hapludolls	Typic Hapludolls	306,97
	Ustolls	Haplustolls	Udic Haplustolls	101,62
<b>Total</b>				<b>408,59</b>

Fuente: IEE, 2013.

Los Molisoles con un área de 408,59 ha, representan el 0,64 % del área total del cantón; espacialmente se encuentran distribuidos en el sur del cantón, en las unidades morfológicas de: relieve colinado alto y coluvión antiguo. Figura 3.1

El principal gran grupo se describe a continuación:

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

Haplustolls, son suelos que presentan características mínimas de sus horizontes en régimen de humedad ústico. A nivel de subgrupo tenemos aquellos suelos que se encuentran en transición de regímenes de humedad údico-ústico (subgrupo Udic).

### 3.2.2.2. Entisoles

Los principales Subgrupos de los Entisoles encontrados en el cantón pertenecen a dos sub órdenes, y a tres grandes grupos como se muestra a continuación:

**Cuadro 3.3.** Entisoles en el cantón Puyango

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Entisol	Orthents	Udorthents	Typic Udorthents	571,84
		Ustorthents	Lithic Ustorthents	461,24
			Udic Ustorthents	385,29
			Typic Ustorthents	12 699,45
	Fluvents	Udifluvents	Typic Udifluvents	14,93
<b>Total</b>				<b>14 132,75</b>

Fuente: IEE, 2013.

Los Entisoles, con 14 132,75 ha, representan un 22,19 % del área total, se encuentran espacialmente distribuidos en todo el cantón Puyango, en las

unidades morfológicas de: relieves montañosos, colinados muy altos y altos, superficie ondulada, valle fluvial, coluviones y coluvios aluviales antiguos, Figura 3.1.

El principal gran grupo se describe a continuación:

Udorthents, los cuales se caracterizan por tener un origen del material parental en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo encontramos aquellos que no muestran ninguna característica en especial (subgrupo Typic).

Ustorthents, los cuales se caracterizan por tener un origen del material parental en régimen de humedad ústico. A nivel de subgrupo se diferencian los que presentan un contacto lítico dentro de los 50 cm superficiales (subgrupo Lithic), suelos que se encuentran en transición de regímenes de humedad údico-ústico (subgrupo Udic) y aquellos que no muestran ninguna característica en especial (subgrupo Typic).

Udifluvents, los cuales se caracterizan por tener un origen fluvial en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo tenemos aquellos que: no muestran ninguna característica en especial (subgrupo Typic).

### 3.2.2.3. Inceptisoles

El principal Subgrupo de los Inceptisoles encontrado en el cantón pertenece a dos sub órdenes, y a tres grandes grupos como se muestra a continuación:

**Cuadro 3.4.** Inceptisoles en el cantón Puyango

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Inceptisol	Udepts	Dystrudepts	Oxic Dystrudepts	1698,61
			Humic Dystrudepts	57,85
	Ustepts	Haplustepts	Udertic Haplustepts	6 090,99
			Udifluventic Haplustepts	125,46
			Aridic Haplustepts	311,98
			Udic Haplustepts	4 117,84
			Typic Haplustepts	1 425,92
			Dystrustepts	Oxic Dystrustepts
	<b>Total</b>			<b>15 621,71</b>

Fuente: IEE, 2013.

Los Inceptisoles, con 15 621,70 ha, representan un 24,53 % del área total, se encuentran espacialmente distribuidos a lo largo de todo el cantón Puyango, concentrándose especialmente al sector oeste del mismo; en las unidades morfológicas de relieves montañosos, colinados muy altos, altos y medios, terraza media y coluvión antiguo. Figura 3.1.

El principal gran grupo se describe a continuación:

Dystrudepts, los cuales se caracterizan por tener un porcentaje de saturación de bases menor al 60 % en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo se diferencian los que presentan una CIC de menos de 24 (subgrupo Oxíc), los que presentan un epipedón úmbrico o mólico (subgrupo Humic).

Haplustepts, los cuales se caracterizan por tener un porcentaje de saturación de bases mayor al 60 % en régimen de humedad ústico. A nivel de subgrupo tenemos aquellos que presentan grietas y caras de fricción en un régimen de humedad de transición údico-ústico (subgrupo Udertic), aquellos suelos que presentan una disminución irregular del carbono orgánico en un régimen de humedad de transición údico-ústico (subgrupo Udifluventic), suelos que se encuentran en transición de regímenes de humedad arídico-ústico (subgrupo Arídíc), suelos que se encuentran en transición de regímenes de humedad údico-ústico (subgrupo Udic), y aquellos que no muestran ninguna característica en especial (subgrupo Typic).

Dystrustepts, los cuales se caracterizan por tener un porcentaje de saturación de bases menor al 60 % en régimen de humedad ústico. A nivel de subgrupo tenemos los que presentan una CIC de menos de 24 (subgrupo Oxíc).

#### 3.2.2.4. Alfisoles

Los principales Subgrupos de los Alfisoles encontrados en el cantón pertenecen a dos sub órdenes, y a tres grandes grupos como se muestra a continuación:

**Cuadro 3.5.** Alfisoles en el cantón Puyango

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Alfisol	Udalfs	Hapludalfs	Ultic Hapludalfs	1860,63
	Ustalfs	Paleustalfs	Vertic Paleustalfs	158,78
			Ultic Paleustalfs	2 047,93
			Udic Paleustalfs	2 894,91
			Typic Paleustalfs	3 903,88
		Haplustalfs	Udertic Haplustalfs	3 706,11
			Vertic Haplustalfs	501,62
			Ultic Haplustalfs	200,51
			Udic Haplustalfs	1 267,49
			Typic Haplustalfs	803,62
<b>Total</b>				17 345,48

Fuente: IEE, 2013.

Los Alfisoles, con 17 345,49 ha, representan un 27,24 % del área total, se encuentran espacialmente distribuidos en la parte central de norte a sur, inclinados hacia el oeste del cantón Puyango, en las unidades morfológicas de: relieves montañosos, colinados muy altos, altos, medios y bajos, superficies onduladas, coluvión y coluvios aluviales antiguos, Figura 3.1.

Los principales grandes grupos se describen a continuación:

Hapludalfs, los cuales no tienen un horizonte glóssico, kándico, nátrico o fragipán dentro de los 100 cm de la superficie del suelo y no tienen colores rojos muy oscuros a lo largo del horizonte argílico en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo se diferencian los que presentan una saturación de bases menor al 60% (subgrupo Ultic).

Paleustalfs, los cuales se caracterizan por tener un 50% o más de la matriz con un HUE de 7,5 YR o más rojizo en régimen de humedad ústico. A nivel de subgrupo encontramos aquellos que tienen características vérticas dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (subgrupo Vertic), los que presentan una saturación de bases menor al 75% (subgrupo Ultic), los suelos que se encuentran en transición de regímenes de humedad údico-ústico (subgrupo Udic), y aquellos que no muestran ninguna característica en especial (subgrupo Typic).

Haplustalfs, los cuales no tienen un horizonte glóssico, kándico, nátrico o fragipán dentro de los 100 cm de la superficie del suelo y no tienen colores rojos muy oscuros a lo largo del horizonte argílico en régimen de humedad ústico. A nivel de subgrupo tenemos aquellos que presentan grietas y caras de fricción en un régimen de humedad de transición údico-ústico (subgrupo Udertic), aquellos que tienen características vérticas dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (subgrupo Vertic), los que presentan una saturación de bases menor al 75% (subgrupo Ultic), los suelos que se encuentran en transición de regímenes de humedad údico-ústico (subgrupo Udic), y aquellos que no muestran ninguna característica en especial (subgrupo Typic).

#### 3.2.2.5. Ultisoles

El principal Subgrupo de los Ultisoles encontrado en el cantón pertenece a un suborden, y a dos grandes grupos como se muestra a continuación:

**Cuadro 3.6.** Ultisoles en el cantón Puyango

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	ha
Ultisol	Udults	Paleudults	Typic Paleudults	12 743,67
		Hapludults	Typic Hapludults	385,77
<b>Total</b>				<b>13 129,44</b>

Fuente: IEE, 2013.

Los Ultisoles, con 13 129,44 ha, representan un 20,62 % del área total, se encuentran espacialmente en el sector este del cantón Puyango, en las unidades morfológicas de relieves montañosos, colinados muy altos, altos y medios, coluvión antiguo y superficie ondulada. Figura 3.1.

Los principales grandes grupos se describen a continuación:

Paleudults, los cuales se caracterizan por tener un 50% o más de la matriz con un HUE de 7,5 YR o más rojizo en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo encontramos aquellos que no muestran ninguna característica en especial (subgrupo Typic).

Hapludults, los cuales se caracterizan por no tener un fragipán y tener menos del 50 por ciento de plintita en todos los horizontes dentro de 150 cm de la superficie del suelo mineral. Estos suelos tienen una de las siguientes: (1) un contacto dénsico, lítico, paralítico o petroférico dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral o (2) con aumento de la profundidad, una disminución de arcilla del 20 por ciento o más a partir del contenido máximo de arcilla en régimen de humedad údico. A nivel de subgrupo tenemos aquellos que no muestran ninguna característica en especial (subgrupo Typic).

#### **IV. CONCLUSIONES**

- Los suelos del cantón Puyango se clasifican en Alfisoles caracterizados por tener un horizonte iluvial de arcilla y con alta saturación de bases, son los más abundantes correspondiente al (27,24 %), seguido de los Inceptisoles caracterizados por ser suelos incipientes y con un desarrollo ligero, les corresponde un (24,53 %).
- A lo largo del cantón Puyango se encuentran los Entisoles, suelos sin desarrollo pedogenético, corresponden al (22,19 %) del área total; seguidos de los Ultisoles, suelos más antiguos con horizonte iluvial de arcilla de baja saturación de bases, que le corresponde un (20,62 %)
- Los Molisoles, representan un muy pequeño porcentaje con (0,64 %) del área total, se encuentran espacialmente distribuidos en el sector sur del cantón Puyango, casi limitando con el cantón Pindal.

## **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](http://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](http://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.Foucault, 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](http://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](http://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](http://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.; Bropks, 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; CaCl<sub>2</sub> o BaCl<sub>2</sub>).

**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<sup>+</sup> o que libera iones hidroxilo; **una** sustancia que neutraliza ácidos y eleva el pH.

**Base intercambiable.-** Cation 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 deleznable) 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/cm<sup>3</sup>.

**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.

**Disponibile** (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 reductimorfas.**- 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.

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{g(E)}{100 g (M)} \quad \text{ppm} = \frac{g(E)}{1000000 g (M)}$$

$$\text{ppm} = \frac{kg(E)}{1000000 kg (M)} \quad \text{ppm} = \% \times 10^4$$

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

$$\text{miliequivalente (E)} = \frac{(Eq) g}{1000} \quad \text{No miliequivalentes} = \frac{(E) mg}{P.Eq}$$

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

1 meq/100g = 1 cmol (+) / kg

1 mmhos/cm = 1 dS/m

15 bar = 1500 kPa

1/3 bar = 33 k Pa

1 / 10 bar = 10 kPa

1 acre = 0, 4047 ha

1 ha = 2,471 acre

1 t = 1000 kg

## TRANSFORMACIONES

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