

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN SAN FERNANDO**

#### **PROYECTO:**

**“LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA  
ESCALA 1:25.000, LOTE 1”**

### **GEOPEDOLOGÍA Y TEMÁTICAS DERIVADAS**

**VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN  
CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS  
DIFICULTAD DE LABRANZA  
AMENAZA A EROSIÓN HÍDRICA**

**OCTUBRE, 2015**

## PERSONAL PARTICIPANTE

### UNIDAD MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

Óscar Ayala  
José Duque  
Sandra González  
Mireya Herrera  
Darwin Sánchez

### CONSORCIO TRACASA-NIPSA:

#### Responsables:

Eva Corral  
Carlos Rúbies  
Vicente Urdanoz  
Jesús Viloría

#### Técnicos edafólogos participantes:

##### *Control de Calidad*

Bernat Blasi  
Júlia Consuegra  
Esther López  
Natalia Rodríguez  
Alberto Ruíz  
Verónica Sigüero  
Jennifer Veenstra

##### *Control de Calidad de Productos*

*Complementarios*  
Baldomer Corderroure  
Hugo Herrador  
Juan José Ramón  
Lorena Recio  
Santiago Sghirla

#### *Levantamiento de información:*

Francisco Ayala  
Carlos Briones  
Luis Caraballo  
Elio Chacón  
Diego Chasipanta  
Néstor Espinosa  
Fernanda Livisaca  
Carlos Luzuriaga  
Edmundo Maldonado  
Freddy Marín  
Rommel Merchán  
Gabriel Orellana  
Melva Ortega  
Daniel Ponce de León  
Oswaldo Quinde  
Carlos Roa  
Carmen Salinas  
Geovanny Segarra  
Javier Tumbaco  
Alejandro Vera  
Jesús Viloría  
Rodrigo Yépez  
Peter Schwiebert  
Patricio Moncayo

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC- INGEOMATICA

## ÍNDICE

---

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                                                       | <b>1</b>  |
| <b>1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador.....</b>                   | <b>2</b>  |
| <b>1.2. Objetivos del estudio geopedológico.....</b>                              | <b>3</b>  |
| 1.2.1. Generales.....                                                             | 3         |
| 1.2.2. Específicos.....                                                           | 3         |
| <b>1.3. Antecedentes de este estudio.....</b>                                     | <b>4</b>  |
| <b>1.4. Alcance del estudio.....</b>                                              | <b>4</b>  |
| <b>2. METODOLOGÍA.....</b>                                                        | <b>5</b>  |
| <b>2.1. Criterios metodológicos generales: el enfoque geopedológico.....</b>      | <b>5</b>  |
| <b>2.2. Levantamiento geopedológico.....</b>                                      | <b>7</b>  |
| 2.2.1. Fase precampo.....                                                         | 8         |
| 2.2.1.1. Revisión y validación de información secundaria e insumos.....           | 8         |
| 2.2.1.2. Caracterización del régimen climático del suelo.....                     | 9         |
| 2.2.1.3. Definición de unidades edáficas.....                                     | 10        |
| 2.2.1.4. Designación del tipo de zona y densidad de muestreo.....                 | 10        |
| 2.2.1.5. Ubicación de los puntos de muestreo.....                                 | 11        |
| 2.2.2. Fase de campo.....                                                         | 12        |
| 2.2.2.1. Organización del trabajo.....                                            | 12        |
| 2.2.2.2. Apertura de calicatas.....                                               | 12        |
| 2.2.2.3. Descripción del perfil del suelo.....                                    | 13        |
| 2.2.2.4. Recolección y entrega de muestras.....                                   | 13        |
| 2.2.3. Fase postcampo.....                                                        | 13        |
| 2.2.3.1. Análisis de muestras.....                                                | 13        |
| 2.2.3.2. Gestión de la información de campo.....                                  | 15        |
| 2.2.3.3. Elaboración del Mapa Geopedológico.....                                  | 16        |
| 2.2.4. Control de calidad.....                                                    | 19        |
| <b>2.3. Mapa de Velocidad de infiltración.....</b>                                | <b>19</b> |
| 2.3.1. Evaluación de la infiltración hídrica de los suelos.....                   | 19        |
| 2.3.2. Infiltrómetro de doble anillo.....                                         | 20        |
| 2.3.2.1. Fase de precampo.....                                                    | 20        |
| 2.3.2.2. Fase de campo.....                                                       | 20        |
| 2.3.2.3. Fase postcampo.....                                                      | 21        |
| 2.3.3. Infiltrómetro de minidisco.....                                            | 22        |
| 2.3.3.1. Fase precampo.....                                                       | 22        |
| 2.3.3.2. Fase de campo.....                                                       | 23        |
| 2.3.3.3. Fase postcampo.....                                                      | 23        |
| 2.3.4. Correlación de datos.....                                                  | 24        |
| 2.3.5. Elaboración del mapa de infiltración.....                                  | 25        |
| 2.3.6. Descripción de la clasificación de Velocidad de infiltración.....          | 26        |
| 2.3.7. Control de calidad.....                                                    | 26        |
| <b>2.4. Elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras.....</b>          | <b>26</b> |
| 2.4.1. Evaluación de la Capacidad de uso de las tierras.....                      | 26        |
| 2.4.2. Aplicación del modelo adoptado.....                                        | 27        |
| 2.4.3. Descripción de la clasificación de la Capacidad de uso de las tierras..... | 30        |
| <b>2.5. Elaboración del Mapa de Dificultad de labranza.....</b>                   | <b>33</b> |
| 2.5.1. Evaluación de la Dificultad de labranza de los suelos.....                 | 33        |
| 2.5.2. Aplicación del modelo adoptado.....                                        | 35        |

|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.3. Descripción de la clasificación de la Dificultad de labranza.....                        | 37        |
| <b>2.6. Elaboración del Mapa de Amenaza a erosión hídrica.....</b>                              | <b>40</b> |
| 2.6.1. Evaluación de la Amenaza a erosión hídrica de los suelos .....                           | 40        |
| 2.6.2. Aplicación del modelo adoptado .....                                                     | 41        |
| 2.6.3. Descripción de la clasificación de la Amenaza a erosión hídrica.....                     | 44        |
| <b>3. LEVANTAMIENTO GEOPEDOLÓGICO .....</b>                                                     | <b>46</b> |
| <b>3.1. Datos de campo .....</b>                                                                | <b>46</b> |
| <b>3.2. Resultados generales .....</b>                                                          | <b>48</b> |
| 3.2.1. Dominio Fisiográfico: Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real .....             | 49        |
| 3.2.1.1. Paisajes glaciares.....                                                                | 49        |
| 3.2.1.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido.....                    | 49        |
| i. Andisols .....                                                                               | 49        |
| a) <i>Typic Melanocryands</i> (1, 2, 3, 4, 9, 10, 13, 14, 15) .....                             | 49        |
| b) <i>Typic Melanocryands</i> (5).....                                                          | 50        |
| c) <i>Typic Melanocryands</i> (6).....                                                          | 50        |
| d) <i>Typic Melanocryands</i> (7).....                                                          | 51        |
| e) <i>Typic Melanocryands</i> (8).....                                                          | 51        |
| f) <i>Typic Melanocryands</i> (11, 12).....                                                     | 52        |
| g) <i>Typic Melanocryands</i> (16, 17, 18).....                                                 | 52        |
| 3.2.1.1.2 Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico .....                     | 53        |
| i. Andisols .....                                                                               | 53        |
| a) <i>Typic Hapludands</i> (19, 20).....                                                        | 53        |
| 3.2.1.2. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco<br>marcadas ..... | 54        |
| 3.2.1.2.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido.....                    | 54        |
| i. Andisols .....                                                                               | 54        |
| a) <i>Typic Melanocryands</i> (21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 41, 43) .....        | 54        |
| b) <i>Typic Melanocryands</i> (30).....                                                         | 55        |
| c) <i>Typic Melanocryands</i> (31, 32, 33, 37, 39).....                                         | 55        |
| d) <i>Typic Melanocryands</i> (40, 42).....                                                     | 56        |
| e) <i>Typic Melanocryands</i> (44, 45).....                                                     | 56        |
| ii. Inceptisols .....                                                                           | 56        |
| a) <i>Andic Humicryepts</i> (23).....                                                           | 56        |
| iii. Mollisols.....                                                                             | 57        |
| a) <i>Cumulic Haplocryolls</i> (38).....                                                        | 57        |
| 3.2.1.2.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico .....                    | 58        |
| i. Andisols .....                                                                               | 58        |
| a) <i>Typic Hapludands</i> (46, 47, 48).....                                                    | 58        |
| 3.2.1.3. Relieves de los márgenes de cimas frías .....                                          | 58        |
| 3.2.1.3.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido.....                    | 59        |
| i. Andisols .....                                                                               | 59        |
| a) <i>Typic Melanocryands</i> (49).....                                                         | 59        |
| 3.2.1.3.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico .....                    | 59        |
| i. Andisols .....                                                                               | 59        |
| a) <i>Typic Hapludands</i> (50) .....                                                           | 59        |
| b) <i>Alic Hapludands</i> (52, 58).....                                                         | 60        |
| c) <i>Typic Hapludands</i> (53) .....                                                           | 60        |
| d) <i>Pachic Melanudands</i> (54, 59) .....                                                     | 61        |
| e) <i>Pachic Melanudands</i> (57) .....                                                         | 61        |
| f) <i>Acrudoxic Hapludands</i> (60).....                                                        | 62        |
| g) <i>Pachic Melanudands</i> (62) .....                                                         | 63        |
| h) <i>Alic Hapludands</i> (65, 68, 70).....                                                     | 63        |
| i) <i>Typic Hapludands</i> (66) .....                                                           | 64        |
| j) <i>Pachic Melanudands</i> (67).....                                                          | 64        |
| ii. Inceptisols .....                                                                           | 65        |

|                                                                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| a) <i>Humic Dystrudepts</i> (51) .....                                                                                                           | 65        |
| b) <i>Humic Dystrudepts</i> (55, 56) .....                                                                                                       | 65        |
| c) <i>Andic Dystrudepts</i> (61, 63).....                                                                                                        | 66        |
| d) <i>Ruptic-Ultic Dystrudepts</i> (64) .....                                                                                                    | 66        |
| e) <i>Dystric Eutrudepts</i> (69) .....                                                                                                          | 67        |
| 3.2.2. Dominio fisiográfico: Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.....                                                                  | 68        |
| 3.2.2.1. Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con parcial<br>cobertura piroclástica (Sierra Central y Meridional) ..... | 68        |
| 3.2.2.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico .....                                                                    | 68        |
| i. Inceptisols .....                                                                                                                             | 68        |
| a) <i>Vertic Dystrustepts</i> (74).....                                                                                                          | 68        |
| b) <i>Humic Dystrudepts</i> (75) .....                                                                                                           | 69        |
| c) <i>Humic Dystrudepts</i> (77).....                                                                                                            | 70        |
| d) <i>Humic Dystrustepts</i> (78).....                                                                                                           | 70        |
| e) <i>Humic Dystrudepts</i> (79) .....                                                                                                           | 71        |
| f) <i>Humic Eutrudepts</i> (80) .....                                                                                                            | 71        |
| g) <i>Humic Dystrudepts</i> (81, 84, 85, 88) .....                                                                                               | 72        |
| h) <i>Humic Dystrudepts</i> (82) .....                                                                                                           | 73        |
| i) <i>Humic Eutrudepts</i> (83) .....                                                                                                            | 73        |
| k) <i>Humic Dystrustepts</i> (86, 87).....                                                                                                       | 74        |
| ii. Mollisols .....                                                                                                                              | 74        |
| a) <i>Vertic Haplustolls</i> (71, 72).....                                                                                                       | 74        |
| b) <i>Lithic Haplustolls</i> (73).....                                                                                                           | 75        |
| c) <i>Typic Haplustolls</i> (76).....                                                                                                            | 75        |
| 3.2.3. Dominio fisiográfico: Medio aluvial de Sierra.....                                                                                        | 76        |
| 3.2.3.1. Medio aluvial de Sierra .....                                                                                                           | 76        |
| 3.2.3.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico .....                                                                     | 76        |
| i. Inceptisols .....                                                                                                                             | 76        |
| a) <i>Humic Dystrudepts</i> (89) .....                                                                                                           | 76        |
| b) <i>Humic Dystrudepts</i> (90) .....                                                                                                           | 77        |
| 3.2.3.1.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico .....                                                                    | 78        |
| i. Mollisols .....                                                                                                                               | 78        |
| a) <i>Entic Haplustolls</i> (92) .....                                                                                                           | 78        |
| ii. Inceptisols .....                                                                                                                            | 78        |
| a) <i>Vertic Dystrustepts</i> (91).....                                                                                                          | 78        |
| <b>3.3. Resumen de resultados.....</b>                                                                                                           | <b>79</b> |
| 3.3.1. Andisols .....                                                                                                                            | 81        |
| 3.3.1.1. Melanocryands .....                                                                                                                     | 82        |
| 3.3.1.2. Hapludands .....                                                                                                                        | 82        |
| 3.3.1.3. Melanudands.....                                                                                                                        | 82        |
| 3.3.2. Inceptisols.....                                                                                                                          | 82        |
| 3.3.2.1. Dystrudepts .....                                                                                                                       | 83        |
| 3.3.2.2. Eutrudepts.....                                                                                                                         | 83        |
| 3.3.2.3. Dystrustepts .....                                                                                                                      | 84        |
| 3.3.2.4. Humicryepts .....                                                                                                                       | 84        |
| 3.3.3. Mollisols .....                                                                                                                           | 84        |
| 3.3.3.1. Haplustolls.....                                                                                                                        | 85        |
| 3.3.3.2. Haplocryolls.....                                                                                                                       | 85        |
| <b>4. VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN.....</b>                                                                                                         | <b>85</b> |
| <b>4.1. Datos de campo .....</b>                                                                                                                 | <b>85</b> |
| <b>4.2. Resultados.....</b>                                                                                                                      | <b>86</b> |
| <b>4.3. Resumen de resultados.....</b>                                                                                                           | <b>88</b> |
| 4.3.1. Velocidad de Infiltración Muy lenta.....                                                                                                  | 88        |
| 4.3.2. Velocidad de Infiltración Lenta .....                                                                                                     | 89        |

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.3.3. Velocidad de Infiltración Moderadamente lenta.....              | 89         |
| 4.3.4. Velocidad de Infiltración Moderada .....                        | 89         |
| 4.3.5. Velocidad de Infiltración Moderadamente rápida.....             | 89         |
| <b>5. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS .....</b>                        | <b>90</b>  |
| <b>5.1. Resultados generales .....</b>                                 | <b>90</b>  |
| <b>5.2. Resumen de resultados.....</b>                                 | <b>92</b>  |
| 5.2.1. Agricultura y otros usos. Tierras arables .....                 | 93         |
| 5.2.1.1. Clase IV.....                                                 | 93         |
| 5.2.2. Aprovechamiento forestal con fines de conservación.....         | 94         |
| 5.2.2.1. Clase VI.....                                                 | 94         |
| 5.2.2.2. Clase VII.....                                                | 95         |
| 5.2.2.3. Clase VIII.....                                               | 96         |
| <b>6. DIFICULTAD DE LABRANZA.....</b>                                  | <b>98</b>  |
| <b>6.1. Resultados generales .....</b>                                 | <b>98</b>  |
| <b>6.2. Resumen de resultados.....</b>                                 | <b>101</b> |
| 6.2.1. Tierras arables.....                                            | 101        |
| 6.2.1.1. Clase 2 .....                                                 | 101        |
| 6.2.1.2. Clase 3 .....                                                 | 102        |
| 6.2.1.3. Clase 4 .....                                                 | 103        |
| 6.2.2. Tierras No arables .....                                        | 105        |
| 6.2.2.1. Clase 5 .....                                                 | 105        |
| <b>7. AMENAZA A EROSIÓN HÍDRICA .....</b>                              | <b>107</b> |
| <b>7.1. Resultados generales .....</b>                                 | <b>107</b> |
| <b>7.2. Resumen de resultados.....</b>                                 | <b>109</b> |
| 7.2.1. Tierras con amenaza Media a erosión hídrica.....                | 109        |
| 7.2.2. Tierras con amenaza Alta a erosión hídrica .....                | 111        |
| <b>8. CONCLUSIONES .....</b>                                           | <b>112</b> |
| 8.1. Geopedología.....                                                 | 112        |
| 8.2. Velocidad de infiltración.....                                    | 115        |
| 8.3. Capacidad de uso de las tierras.....                              | 115        |
| 8.4. Dificultad de labranza .....                                      | 117        |
| 8.5. Amenaza a erosión hídrica.....                                    | 119        |
| <b>9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....</b>                                | <b>121</b> |
| <b>10. GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS DE SUELOS Y AGRICULTURA .....</b> | <b>126</b> |
| <b>11. ANEXOS .....</b>                                                | <b>142</b> |

## LISTA DE CUADROS

---

|                                                                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 2.1. Insumos de información utilizados.....                                                                                                                                                         | 9  |
| Cuadro 2.2. Descripción de los tipos de análisis solicitados a los laboratorios.....                                                                                                                       | 14 |
| Cuadro 2.3. Valores de Van Genuchten para doce tipos de textura de suelos para valores de A de 2,2 cm de radio de disco y succión entre 0,5 a 6 cm .....                                                   | 24 |
| Cuadro 2.4. Clasificación e interpretación de la velocidad de infiltración del suelo .....                                                                                                                 | 26 |
| Cuadro 2.5. Parámetros que definen las clases de capacidad de uso de las tierras localizadas en la región Sierra.....                                                                                      | 31 |
| Cuadro 2.6. Resumen de las clases de Capacidad de uso de las tierras para la región Sierra .....                                                                                                           | 32 |
| Cuadro 2.7. Resumen de las subclases de Capacidad de uso de las tierras en función de los factores limitantes analizados.....                                                                              | 33 |
| Cuadro 2.8. Parámetros que definen las clases de Dificultad de labranza .....                                                                                                                              | 38 |
| Cuadro 2.9. Resumen de las clases de Dificultad de labranza.....                                                                                                                                           | 39 |
| Cuadro 2.10. Resumen de las subclases de Dificultad de labranza de las tierras en función de los factores limitantes analizados.....                                                                       | 40 |
| Cuadro 2.11. Clasificación de los valores del Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica .....                                                                                                         | 44 |
| Cuadro 2.12. Clasificación de la agresividad pluvial, calculada a partir del Índice Modificado de Fournier (IMF), y distinguiendo entre las regiones de Costa, Sierra y Amazonía.....                      | 44 |
| Cuadro 2.13. Matriz de calificación de la Amenaza a erosión hídrica a partir del Índice de susceptibilidad a la erosión y de la agresividad pluvial.....                                                   | 45 |
| Cuadro 2.14. Resumen de las clases de Amenaza a erosión hídrica de los suelos .....                                                                                                                        | 45 |
| Cuadro 3.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas, superficie muestreada por tipología de muestreo.....                                                                                                | 47 |
| Cuadro 3.2. Órdenes de suelos en el cantón San Fernando.....                                                                                                                                               | 81 |
| Cuadro 3.3 Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Andisols en el cantón San Fernando.....                                                                                                       | 81 |
| Cuadro 3.4 Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Inceptisols en el cantón San Fernando .....                                                                                                   | 83 |
| Cuadro 3.5. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Mollisols en el cantón San Fernando.....                                                                                                     | 84 |
| Cuadro 4.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas y tipología de ensayo de infiltración realizado .....                                                                                                | 86 |
| Cuadro 4.2 Rangos de velocidad de infiltración del cantón San Fernando.....                                                                                                                                | 88 |
| Cuadro 5.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de capacidad de uso identificadas en el cantón San Fernando y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio..... | 92 |

|                                                                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 5.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase IV de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas .....                                                 | 93  |
| Cuadro 5.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VI de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas .....                                                 | 95  |
| Cuadro 5.4. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VII de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas .....                                                | 96  |
| Cuadro 5.5. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VIII de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas .....                                               | 98  |
| Cuadro 6.1 Superficie ocupada por cada una de las clases de dificultad de labranza identificadas en el cantón San Fernando y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio .....     | 100 |
| Cuadro 6.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 3 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas .....                                              | 103 |
| Cuadro 6.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 4 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas .....                                              | 104 |
| Cuadro 6.4. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 5 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas .....                                              | 106 |
| Cuadro 7.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de amenaza a erosión hídrica identificadas en el cantón San Fernando y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio ..... | 108 |
| Cuadro 8.1. Prácticas de manejo de los suelos en función de la clase de dificultad de labranza .....                                                                                                                 | 118 |
| Cuadro 8.2. Sistemas de gestión de la erosión hídrica en función de la clase de amenaza erosiva de las tierras.....                                                                                                  | 120 |

## LISTA DE FIGURAS

---

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1.1. Distribución geográfica de la zona de estudio del proyecto dentro del área continental.....                        | 2   |
| Figura 2.1. Representación gráfica de la curva de infiltración e infiltración acumulada de un suelo en función del tiempo..... | 22  |
| Figura 3.1. Ubicación del cantón San Fernando en relación a las hojas topográficas del IGM, escala 1:50.000 .....              | 46  |
| Figura 3.2. Ubicación de los sitios de descripción y perfiles muestreados .....                                                | 48  |
| Figura 3.3. Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón San Fernando .....                                      | 80  |
| Figura 4.1 Ubicación de los sitios donde se realizaron los ensayos de infiltración.....                                        | 85  |
| Figura 4.2 Mapa de Velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón.....                                         | 87  |
| Figura 5.1. Ubicación geográfica de clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón .....                               | 90  |
| Figura 7.1. Ubicación geográfica de clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón.....                                      | 107 |

## LISTA DE GRÁFICOS

---

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 2.1. Modelo conceptual de elaboración de la Cartografía Geopedológica .....                                                             | 8   |
| Gráfico 2.2. Esquema de las variables del modelo de datos de Geopedología.....                                                                  | 18  |
| Gráfico 2.3. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el<br>cálculo de la Capacidad de uso de las tierras .....             | 29  |
| Gráfico 2.4. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el<br>cálculo de la Dificultad de labranza de los suelos .....        | 36  |
| Gráfico 2.5. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el<br>cálculo de la amenaza a erosión hídrica de los suelos.....      | 43  |
| Gráfico 3.1 Representación de la distribución porcentual de los órdenes de<br>suelos en el cantón San Fernando.....                             | 80  |
| Gráfico 4.1. Distribución porcentual de las clases de velocidad de infiltración<br>hídrica de los suelos en el cantón San Fernando.....         | 87  |
| Gráfico 5.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes<br>clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón.....      | 91  |
| Gráfico 6.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes<br>clases de dificultad de labranza de los suelos en el cantón..... | 100 |
| Gráfico 7.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes<br>clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón .....           | 108 |

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

---

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Foto 2.1. Proceso de instalación del infiltrómetro de doble anillo de carga constante ..... | 21  |
| Foto 7.1. Zonas con amenaza Media a erosión hídrica en el cantón.....                       | 111 |
| Foto 7.2. Zonas con amenaza Alta a erosión hídrica en el cantón .....                       | 112 |

## **ANEXOS**

---

Anexo 1. Equivalencias entre los subgrupos de suelos de acuerdo a la *Soil Taxonomy* (2006) y *Soil Taxonomy* (2010)

Anexo 2. Códigos de las variables que aparecen en la base de datos

Anexo 3. Categorización de las variables edáficas que aparecen en la memoria

Anexo 4. Productos generados en cada cartografía temática

Anexo 5. Fichas de campo de los perfiles referidos en esta memoria



## 1. INTRODUCCIÓN

El 1 de febrero de 2011, la República del Ecuador y el Banco Interamericano de Desarrollo suscribieron el Contrato de Préstamo 2461/OC-EC, cuyo objetivo es la implantación en todo el país de un sistema eficiente de gestión de catastro y registro de la propiedad de la tierra rural, con el objetivo de brindar seguridad jurídica a los derechos de propiedad, apoyar la aplicación de políticas tributarias de los cantones, y proveer información para la planificación de ordenamiento territorial del área rural.

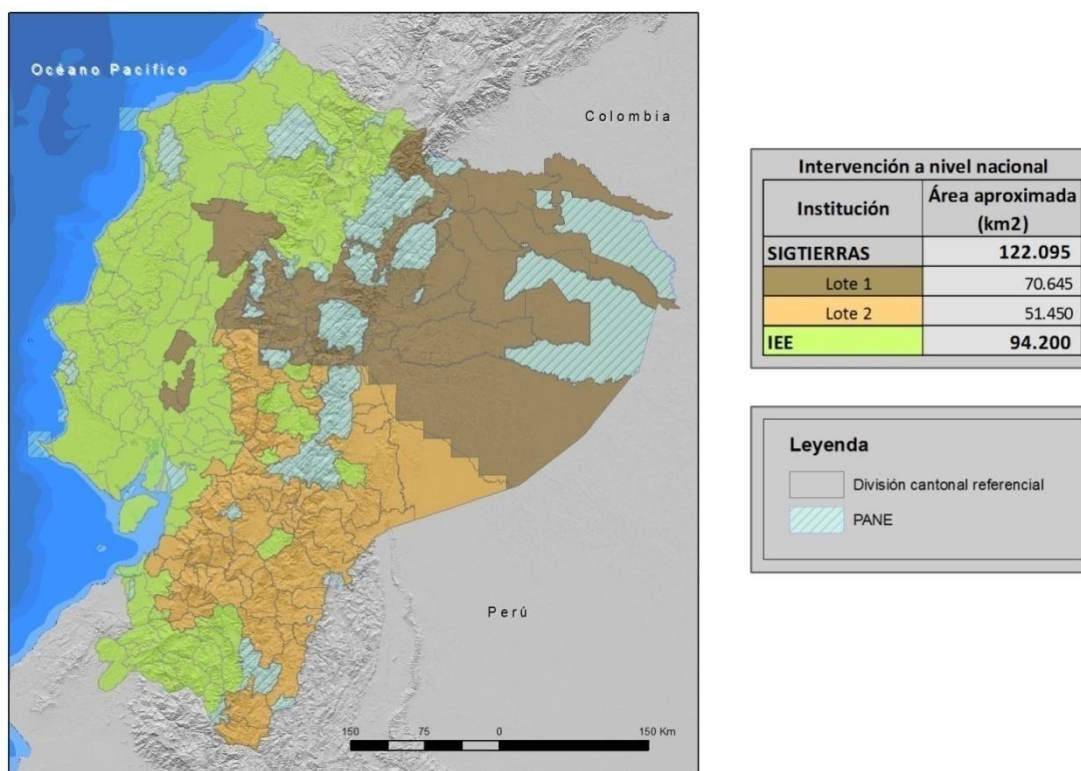
El proyecto es ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, MAGAP, a través de la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, dentro del Programa denominado como SIGTIERRAS.

Actualmente, el proyecto gestiona, entre otros, los siguientes componentes:

- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GADs (Gobiernos Autónomos Descentralizados) Municipales, en 58 cantones
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales
- Actualización de la metodología y aplicación para la valoración predial
- Puesta en marcha del nuevo sistema SINAT (Sistema Nacional de Administración de Tierras)
- Dentro del componente de cartografía temática, en una labor conjunta con el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), MAGAP-SIGTIERRAS genera cartografía temática a escala 1:25.000 de las siguientes temáticas:
  1. Cobertura y uso de la tierra
  2. Sistemas Productivos
  3. Geomorfología
  4. Suelos
  5. Capacidad de uso de las tierras
  6. Dificultad de labranza
  7. Zonas homogéneas de cultivos
  8. Peligros Volcánicos
  9. Accesibilidad a la red vial
  10. Accesibilidad a infraestructura de acopio y facilidades agrícolas
  11. Accesibilidad a centros económicos importantes
  12. Zonas homogéneas de accesibilidad

Este levantamiento se ejecuta por parte de MAGAP-SIGTIERRAS dentro del territorio continental no intervenido ya anteriormente (áreas a cargo del IEE) y excluyendo las áreas protegidas definidas en el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), organizado en dos lotes de acuerdo a la siguiente Figura 1.1.

**Figura 1.1. Distribución geográfica de la zona de estudio del proyecto dentro del área continental**



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

El Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000 de Ecuador (LCT) pretende generar, en un área de trabajo de, aproximadamente, 122.095 km<sup>2</sup>, cartografía digital y bases de datos territoriales sobre: Geomorfología, Suelos y su Capacidad de uso, Dificultad de labranza, Cobertura y uso de la tierra, Zonas homogéneas de cultivo y Sistemas Productivos. Para todo el territorio nacional se ha realizado el ajuste de la cartografía existente de Peligros Volcánicos y se han elaborado cartografías de Accesibilidad a la red vial, a Infraestructuras de acopio y facilidades agrícolas, a Centros económicos importantes y Zonas homogéneas de accesibilidad.

El proyecto, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, consta de dos LOTES:

1. LOTE 1, que ocupa una superficie de 70.645 km<sup>2</sup>; y,
2. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km<sup>2</sup> y en el que se incluyen las temáticas a nivel de territorio nacional.

Los dos lotes fueron adjudicados al Consorcio TRACASA-NIPSA mediante los Contratos de Servicios de Consultoría Nos. UE MAGAP-PRAT-105-2013 para el Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000, Lote 1 y UE MAGAP-PRAT-106-2013 para el



Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000, Lote 2, ambos de fecha 9 de diciembre de 2013.

## 1.2. Objetivos del estudio geopedológico

### 1.2.1. Generales

El Proyecto de Levantamiento de Cartografía Temática (LCT) tiene como objetivos generales:

- Identificar las características del suelo en el área de estudio
- Identificar sus mejores usos: cultivos más productivos y tecnologías más adecuadas
- Contribuir a elevar la productividad agropecuaria
- Apoyar al mejor uso y aprovechamiento de los recursos del territorio
- Identificar maneras de conservar dichos recursos
- Servir de sustento para la definición de proyectos estratégicos de inversión (carreteras, infraestructura, servicios básicos, telecomunicaciones, entre otros) basados en las potencialidades y limitaciones de los recursos
- Apoyar la planificación y el ordenamiento territorial a nivel parroquial, cantonal y provincial
- Fomentar el desarrollo del espacio rural y de las capacidades de los agricultores mediante apoyo en la implementación de proyectos agro-productivos

La Cartografía Geopedológica, dentro de los objetivos generales del conjunto del proyecto, genera y actualiza el conocimiento sobre la distribución geográfica del recurso suelo en el territorio, describiéndolo sistemáticamente, de forma que sea posible realizar predicciones sobre su comportamiento bajo diferentes usos y niveles de manejo. Este estudio permite, así, tomar decisiones fundamentadas al asignar usos a los suelos, evitando errores de planificación y disminuyendo los costes económicos, sociales, políticos y medioambientales que podrían derivarse de su gestión inadecuada.

### 1.2.2. Específicos

Los objetivos específicos de la Cartografía Geopedológica son:

- Generar cartografía con un enfoque sistémico a nivel semidetallado, a escala 1:25.000, como elemento fundamental que coadyuve a la gestión territorial, sostenibilidad y mejoramiento de la productividad agraria.
- Realizar el levantamiento geopedológico, considerando aspectos morfológicos, físicos y químicos del suelo, usando el Sistema Norteamericano de Clasificación de Suelos (SSS-USDA, 2006 y su correspondencia a 2010), basándose en la Cartografía Geomorfológica generada previamente por el Consorcio Tracasa-Nipsa.
- Disponer de una cartografía de referencia que, además de su propia utilidad como información de suelos, constituya un elemento clave para derivar información temática, que en este proyecto corresponde a Capacidad de Uso de las Tierras (CUT), Dificultad de Labranza (DL), Amenaza a Erosión Hídrica (AEH) y Velocidad de Infiltración (VI), además de ser una fuente de información fundamental para la implementación de planes, programas y proyectos de planificación del territorio.



### 1.3. Antecedentes de este estudio

En el año 2009 la SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo) designó al CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos) para que desarrollara el Proyecto de Generación de Geoinformación a Escala 1:25.000 a corto plazo, centrado en la cuenca baja del río Guayas, para después ser extrapolado al resto del territorio nacional. Otros organismos públicos han colaborado en el proyecto a lo largo del mismo (SINAGAP, Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, del MAGAP e INIGEMM, Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico). Dado que otras metodologías requieren altos costes y tiempos prolongados, se decidió emplear un planteamiento geopedológico para conseguir los objetivos pretendidos. El levantamiento geopedológico, basado en la relación geomorfología-suelo, permite cubrir extensas áreas, minimizando tiempo y costos en el levantamiento, sin perder los estándares de calidad establecidos para una escala de semidetalle.

Este trabajo se fundamentó en el de PRONAREG-ORSTOM. El PRONAREG (Programa Nacional de Regionalización Agraria), del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, fue un programa que trabajó en los años 70 y 80 del pasado siglo XX, para realizar el Inventario Socioeconómico y de los Recursos Naturales Renovables. ORSTOM (*Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer*, que posteriormente pasó a denominarse IRD (*Institute de Recherche pour le Développement*) fue la institución francesa que, mediante convenio de cooperación, formó parte de dicho programa. Así se obtuvieron los mapas morfopedológicos (escalas 1:200.000 y 1:500.000), así como edafológicos (escala 1:50.000) realizados entre los años 1979 a 1984, destacada fuente de información territorial a pequeña-mediana escala. Este trabajo es, desde su aparición, la principal referencia a nivel nacional en las temáticas geomorfológica y geopedológica.

La colaboración PRONAREG-ORSTOM culminó, en lo que se refiere específicamente a la relación entre paisaje-geomorfología-suelos, con la publicación “Los Paisajes Naturales del Ecuador: las Regiones y Paisajes del Ecuador” (Winckell *et al.*, 1997b). En dicha publicación, además, se incluye el Mapa a escala 1:1.000.000 Paisajes Naturales del Ecuador.

El IEE (Instituto Espacial Ecuatoriano, nueva denominación de CLIRSEN) continuó con esta sistemática, cubriendo el levantamiento de geoinformación de la mayoría de la región Costa y de una porción de la región Sierra.

Este proyecto se fundamenta en el trabajo del IEE y busca complementarlo en los territorios continentales del Ecuador para alcanzar un cubrimiento a nivel nacional. Cabe indicar que no forma parte de este estudio el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE).

MAGAP-SIGTIERRAS agradece al Instituto Espacial Ecuatoriano generador de las metodologías y procedimientos que han servido de base para el presente estudio.

### 1.4. Alcance del estudio

En el presente proyecto se genera información geopedológica y productos derivados de ella—Velocidad de infiltración, Capacidad de uso de las tierras, Dificultad de labranza y Amenaza a erosión hídrica—a un nivel semidetallado (escala 1:25.000), optimizando los



recursos, de forma que sea posible obtener información científico-técnica y estadística a nivel espacial, sin requerir un muestreo de gran intensidad.

La información proporcionada por este estudio resulta de gran utilidad como cartografía base, pudiendo ser utilizada tanto por las instituciones públicas, privadas y académicas, con el objetivo de proponer y emprender nuevas temáticas de investigación para el desarrollo de las acciones de cooperación en el campo agrícola, pecuario y forestal.

No obstante, conforme se explica en este documento, debe tenerse en cuenta que su alcance es limitado y que estudios más específicos y de mayor detalle serán necesarios para complementar ciertos aspectos de forma que ayude a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) a ejecutar los procesos locales necesarios para cumplir los objetivos del Buen Vivir de la población.

La metodología empleada para la elaboración de la cartografía se basa en un enfoque geopedológico, por lo que a la hora de utilizar la información generada en este estudio es necesario tener en cuenta que cada unidad cartográfica se caracteriza a través del suelo que es más probable encontrar en ella, según los factores formadores del suelo específicos de esa unidad.

## 2. METODOLOGÍA

En este apartado se describe de forma resumida la metodología que se ha llevado a cabo para la generación de la Cartografía Geopedológica y sus derivados. Para consulta del documento detallado de la metodología referirse a “Metodología del Estudio Geopedológico” y sus anexos.

Cada metodología lleva asociada una serie de productos que se detallan en el Anexo 4.

### 2.1. Criterios metodológicos generales: el enfoque geopedológico

El levantamiento de suelos o levantamiento edafológico es el estudio de determinación del patrón de distribución geográfica del recurso suelo en un determinado territorio. Está basado, principalmente, en el estudio del terreno y la descripción de perfiles de suelos. En función del nivel de detalle, este proceso permite recopilar información sobre las características y propiedades de los suelos en una región específica, clasificarlos de acuerdo a un sistema de clasificación estándar y situar sus límites en un mapa (Forero, 1984).

En función de las necesidades y objetivos de los estudios de levantamientos de suelos pueden distinguirse diferentes tipos de enfoques metodológicos. En ocasiones resulta conveniente realizar mapas de suelos tipo “**punto**”, en los que se obtiene un amplio conocimiento de las propiedades edáficas en la ubicación exacta muestreada, pero en los que no se extrapola esta información al total de área de trabajo, sino que se pretende determinar datos puntuales en una serie de emplazamientos concretos. Sin embargo, los mapas más frecuentes son los de tipo “**clase área-polígono**” en los que el área de estudio se divide en polígonos por un límite preciso y cada polígono es caracterizado mediante una serie de puntos de muestreo representativos de esa unidad espacial (Rossiter, 2000). En



función de los objetivos del estudio, el grado de detalle de estos mapas varía desde exploratorio hasta detallado, pero además, en función del objetivo perseguido, los límites se asignarán con diferentes criterios.

Existen numerosos motivos que conducen a llevar a cabo un levantamiento suelos, desde el análisis de sus propiedades en función del uso de la tierra, la comparación de parcelas agrícolas, estudios de dispersión de contaminantes, etc. Así, los límites entre polígonos pueden venir delimitados por los propios límites que establece la vegetación, las diferentes parcelas agrícolas, la distancia a la fuente de contaminación, etc. (Elbersen *et al.*, 1986; Jaramillo, 2002).

No obstante, la metodología por excelencia desde que el levantamiento de suelos comenzó a concebirse como un insumo básico en la toma de decisiones de la planificación del territorio, no sólo desde el punto de vista de la explotación del recurso, sino desde una perspectiva ambiental, ha sido el enfoque geopedológico (Porta *et al.*, 2003). En él se utiliza la estructura del paisaje geomorfológico como tela de fondo para la cartografía de suelos, basándose en el hecho de que la dinámica del ambiente geomorfológico permite explicar en gran parte, la formación de los suelos, naciendo así la Geopedología.

La Geopedología definida por Zinck (2012) es la integración de la Geomorfología y la Pedología usando la primera como herramienta 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, 2012). Por lo tanto, los principales objetivos de la Geopedología son ordenar, organizar y clasificar los suelos, empleando un sistema con estructura taxonómica, en su expresión geomorfológica sobre la superficie de la Tierra (Zinck, 2012). Otra contribución del enfoque geopedológico es el estratificar al paisaje en áreas homogéneas para diferentes propósitos, como por ejemplo la evaluación de tierras, 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 rápidamente áreas grandes, especialmente si la relación geomorfología-suelos es cercana. Para que pueda ser aplicado, deben cumplirse dos hipótesis:

1. Los límites dibujados a través del análisis del paisaje deben separar la mayor variación en los suelos, siempre y cuando los factores formadores material parental, relieve y tiempo sean dominantes; dejando la vegetación y el clima como factores secundarios en esta etapa.
2. Las áreas de muestreo deben ser representativas y el patrón de suelos puede ser extrapolado a otras unidades de mapeo no visitadas.

Una 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, éstas se mantienen incluso si los suelos en las unidades adyacentes tienen la misma clasificación. Esto se debe a las muchas interpretaciones que están relacionadas con las "Geoformas".

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 este enfoque, las Geoformas representan el nivel jerárquico mínimo; mientras que los tipos de suelos son los individuos dentro del universo geomórfico y pedológico respectivamente (Zinck, 2012).

En el presente proyecto se ha tomado como modelo jerárquico de la Cartografía Geomorfológica el sistema basado en el libro “Los Paisajes Naturales del Ecuador: las Regiones y Paisajes del Ecuador” (Winckell *et al.*, 1997b).

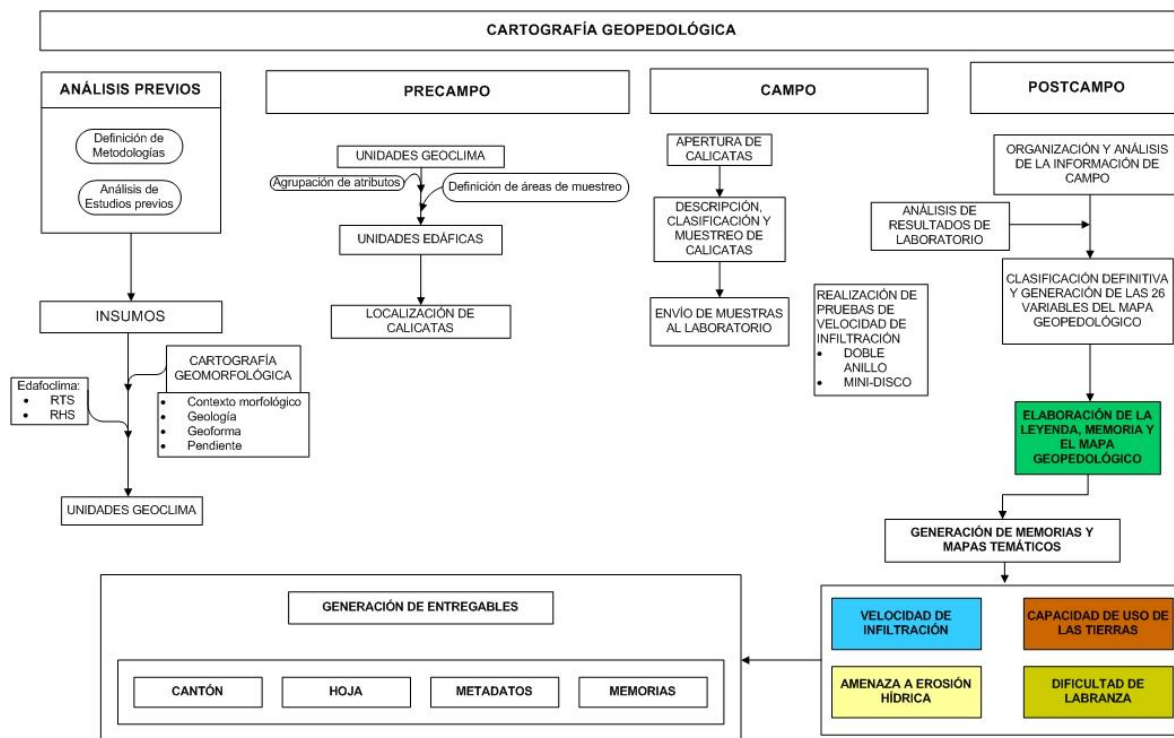
## 2.2. Levantamiento geopedológico

El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado
- La unidad mínima de mapeo es 1 ha, mientras que la unidad mínima de muestreo son 5 ha
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación taxonómica de los suelos utilizado es la clasificación americana Soil Taxonomy (SSS-USDA, 2006 y su correspondencia a 2010)
- La unidad cartográfica se caracteriza con el perfil modal, clasificado a nivel de Subgrupo (SSS-USDA, 2006 y su correspondencia a 2010) y se realiza, al menos, un perfil modal por unidad edáfica (en Zonas de semidetalle)
- Los análisis de laboratorio que se llevan a cabo son los específicos para la correcta clasificación de los suelos según establece la Soil Taxonomy y para caracterizar su fertilidad

La metodología que se lleva a cabo para el levantamiento geopedológico considera tres grandes etapas, según su realización en el tiempo, a saber: fase de precampo, fase de campo y fase de postcampo, tal y como se detalla en el Gráfico 2.1 mostrado a continuación.

Gráfico 2.1. Modelo conceptual de elaboración de la Cartografía Geopedológica



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 2.2.1. Fase precampo

### 2.2.1.1. Revisión y validación de información secundaria e insumos

La Cartografía Geomorfológica generada por el Consorcio TRACASA-NIPSA es el mapa que sirve de insumo principal para la elaboración del Mapa Geopedológico. Esta cartografía contiene gran parte de la información necesaria para caracterizar los suelos de cada una de estas unidades geomorfológicas, en concreto, incluye información sobre el dominio fisiográfico, contexto morfológico, génesis, formación geológica o depósito superficial, morfología o geoforma y pendiente, aspectos que permiten entender la dinámica de los suelos y la interacción entre los diferentes factores de formación de los mismos.

Esta cartografía se complementa con otra serie de insumos básicos (ortofotografías, hojas topográficas, cartografía base, modelos digitales del terreno, etc.) e información secundaria referencial (fundamentalmente, los mapas PRONAREG-ORSTOM; Cuadro 2.1), que sirve de punto de partida para el proceso de planificación de puntos de descripción de perfiles y muestreo.

Cuadro 2.1. Insumos de información utilizados

| Insumo                                                                                                                         | Fuente                                       | Escala                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Fotografía aérea                                                                                                               | MAGAP-SIGTIERRAS                             | GSD: 30, 40 y 50 cm Sierra, Costa y Amazonia, respectivamente. |
| Ortofotografías                                                                                                                | MAGAP-SIGTIERRAS                             | 1:5.000                                                        |
| Ortoimágenes satelitales en complemento de ortofotos                                                                           | MAGAP-SIGTIERRAS                             | Diversas escalas                                               |
| Límites cantonales                                                                                                             | CONALI (Comité Nacional de Límites Internos) | 1:5.000 ó 1:50.000                                             |
| Hojas Topográficas Raster                                                                                                      | IGM                                          | 1:50.000                                                       |
| Límites del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado-PANE), Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado               | MAE/MAGAP-SIGTIERRAS                         | Diversas escalas                                               |
| Estaciones meteorológicas y datos climáticos                                                                                   | INAMHI e IEE                                 | -----                                                          |
| Cartografía base (red hidrográfica y vial)                                                                                     | IGM                                          | 1:5.000 ó 1:50.000                                             |
| Cartografía geomorfológica                                                                                                     | CTN                                          | 1:25.000                                                       |
| Modelo digital del terreno-MDT                                                                                                 | MAGAP-SIGTIERRAS                             | 1 m en Sierra, 2 m en Costa y 3 m en Amazonía                  |
| Mapa de Suelos del Ecuador (Mapa de Suelos en Sierra, Mapas Morfo-pedológicos en Costa; y Mapas Morfo-pedológicos en Amazonía) | MAGAP-SIGAGRO-PRONAREG-ORSTOM                | 1:50.000 (Sierra), 1:200.000 (Costa), 1:500.000 (Amazonía)     |

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 2.2.1.2. Caracterización del régimen climático del suelo

En esta fase se identifican y delimitan las unidades espaciales que representan las zonas climáticas de humedad y temperatura del suelo en el interior del área de estudio, basándose en los rangos definidos en la *Soil Taxonomy* (SSS-USDA, 2006), ajustados al medio ecuatoriano durante las investigaciones y estudios de levantamiento de suelos realizados a nivel nacional por el PRONAREG-ORSTOM (1980 y 1984). Para esta caracterización se toma como referente la información de las estaciones meteorológicas del INAMHI interpolada en mapas de isolíneas de precipitación y de temperatura.

Así, el Mapa Geomorfológico se completa mediante la incorporación del régimen climático del suelo a través de los parámetros referenciales de los regímenes de temperatura y humedad del suelo. Como resultado de la asignación climática a las unidades geomorfológicas, las nuevas unidades espaciales así definidas adquieren su propia identidad, adoptando el nombre de “Unidad Geoclima”.

#### **2.2.1.3. Definición de unidades edáficas**

Las “unidades edáficas” son el resultado de la agrupación de aquellas “unidades geoclima” que tengan igual dominio fisiográfico, contexto morfológico, formación geológica o superficial, morfología o geoforma, rango de pendientes y regímenes de humedad y temperatura, admitiendo la posibilidad, para casos puntuales, de agrupar previamente algunas unidades geoclima en función de su morfología o geoforma y de sus pendientes. Cada una de las unidades edáficas vendrá caracterizada por una calicata.

#### **2.2.1.4. Designación del tipo de zona y densidad de muestreo**

Dada la extensión del presente proyecto no todo el territorio se interviene con la misma intensidad, sino que depende de las características del territorio y del mayor o menor interés productivo que presente. Así, es posible distinguir tres tipos de zonas:

- **Zonas de semidetalle**

- En estas áreas se realiza, al menos, un perfil de suelo por cada Unidad Edáfica, con una densidad no menor a 1 calicata cada 10 km<sup>2</sup>.

- **Zonas de reconocimiento**

En estas áreas se cumple con el requerimiento de describir, al menos, un perfil de suelo por cada 200 km<sup>2</sup>. Se trata de:

- Zonas identificadas como páramo en la Cartografía de Cobertura y uso de la tierra generada en este mismo proyecto o, en su defecto, zonas con régimen de temperatura del suelo isofrígido.
- Zonas con pendiente mayor al 70% en la Sierra y Costa, y mayor al 40% en la Amazonía, definidas a partir del levantamiento geomorfológico.
- Zonas de vegetación natural en Amazonía.

- **Zonas de exclusión**

En estas áreas se engloban:

- Zonas urbanas, suelos alterados: núcleos poblados y áreas construidas, identificadas a partir de la Cartografía de Cobertura y uso de la tierra. Una geoforma tiene esta asignación cuando la presencia de núcleos poblados consolidados y áreas construidas supera el 90% de su superficie. Las geoformas que no alcanzan el 90%, principalmente zonas periurbanas, están caracterizadas con datos de partida

procedentes de las zonas no antropizadas, información que se generaliza para la totalidad de la geoforma.

- Masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, marismas, estuarios, etc.), según lo defina la Cartografía de Cobertura y uso de la tierra. Estas zonas son asignadas como “No aplicable”.
- Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas por contar con poco o nada de suelo (afloramientos rocosos, humedales, salares, playas, flujos de lava recientes, etc.).

#### **2.2.1.5. Ubicación de los puntos de muestreo**

Tanto en las Zonas de semidetalle como en las de reconocimiento, la ubicación de los puntos se apoya en la información adicional aportada por las fotografías aéreas, ortofotos u ortoimágenes (p.ej., el tipo de vegetación), la accesibilidad a la zona y la información secundaria (mapas PRONAREG-ORSTOM), pero fundamentalmente se basa en las unidades edáficas, teniendo en cuenta los factores formadores: dominio fisiográfico, contexto morfológico, geología (formación geológica o depósito superficial), morfología o geoforma (ladera, terraza, coluvión,...) y morfometría (pendiente, %), junto con los regímenes de humedad y temperatura del suelo.

En las Zonas de semidetalle los puntos de muestreo se sitúan en las zonas centrales de los polígonos más representativos, que serán, en principio, los de mayor superficie; están próximos a las vías de acceso, a menos de 200 m, pero conservando una separación a las vías de manera que no influyan en las propiedades del suelo; y se ubican en localizaciones que son representativas de la unidad edáfica que se quiere caracterizar.

La localización de los puntos de muestreo en las Zonas de reconocimiento es similar, pero requiere de un tratamiento especial, ya que la densidad de muestreo es inferior. Así, en estas zonas, los puntos se asignan en los suelos predominantes (suelos definidos en PRONAREG-ORSTOM; Mapa de Suelos en Sierra, a escala 1:50.000, Mapas Morfo-pedológicos en Costa, a escala 1:200.000 y Mapas Morfo-pedológicos en Amazonía, a escala 1:500.000, realizados entre los años 1979 a 1984) y en las geoformas más representativas, mediante un análisis de las condiciones y variabilidad de la zona. Si del análisis se desprende que existe una importante variación en pendientes o formaciones geológicas que no se ha contemplado, se toman también en cuenta estos factores para la ubicación de las calicatas, considerando siempre la densidad de muestreo requerida. Además, en cuanto al Contexto Morfológico, se intenta incluir como factor de diversidad en el momento de la localización de los puntos.

Los polígonos no cubiertos con las asignaciones generadas en los estudios de campo se vinculan con la información de los suelos de geoformas cercanas y similares al conjunto del proyecto, tomando siempre en cuenta el entorno edáfico (Zonas de semidetalle incluidas). En Zonas de reconocimiento se recurre, además, a los insumos antes mencionados.

## 2.2.2. Fase de campo

### 2.2.2.1. Organización del trabajo

Con el fin de garantizar los productos esperados y optimizar al máximo el tiempo del barrido en campo, se diseñó una estrategia que permitió cumplir con el muestreo planificado, organizado en grupos de trabajo con actividades específicas.

Previo a la campaña de campo, el **equipo de socialización** realiza visitas técnicas a las instituciones afectadas por la ejecución del proyecto presentes en la zona de intervención, tales como municipios, juntas parroquiales y organizaciones sociales, con el fin de dar a conocer los trabajos que se quieren realizar en la zona. Tras esta fase de coordinación institucional, el **equipo de logística** inicia las tareas de gestión necesarias para el buen funcionamiento de todos los equipos de trabajo, tales como la búsqueda de hospedaje, transporte, aprovisionamiento del equipamiento y material de campo, envío de muestras a los laboratorios, etc. El **equipo de avanzada** es el responsable de la apertura de las calicatas en los lugares previamente definidos en gabinete, comprobando la idoneidad de estas localizaciones. Finalmente es el **equipo de suelos**, compuesto por edafólogos y asistentes, el que describe los perfiles abiertos, los clasifica y recoge las muestras para su posterior análisis en el laboratorio.

En cada calicata se realizan también pruebas de infiltración (descritas con más detalle en el epígrafe 2.3.1), siendo el **equipo de infiltración** el encargado de llevarlas a cabo y de seleccionar las localizaciones más adecuadas teniendo en cuenta los criterios de pendiente y representatividad en la hoja.

El último grupo de trabajo que interviene en el proceso es el personal de **control de calidad**, encargado de supervisar el desarrollo de todos los trabajos y garantizar su calidad.

### 2.2.2.2. Apertura de calicatas

La apertura de las calicatas en las localizaciones previamente definidas en gabinete es el resultado de un trabajo coordinado entre los técnicos de avanzada, los edafólogos y los miembros del equipo de control de calidad, con el objetivo de conseguir la densidad de muestreo acordada según las características de la zona de estudio.

Las dimensiones promedio de las calicatas son 1,20 m de ancho por 2,00 m de largo y 1,50 m de profundidad o hasta la presencia de un contacto dénsico, lítico, duripán o capa freática que imposibilite la excavación.

Las calicatas se realizan en puntos representativos de la unidad edáfica que se quiere caracterizar, evitando localizaciones como zonas antropizadas, con movimientos de tierras, lugares recién fertilizados o con quemas recientes. En aquellos casos en los que sea imposible el acceso a cualquiera de los lugares de observación planificados (accesos inexistentes, falta de permisos, etc.), se procede a la reubicación de la calicata en otro sector representativo de la unidad edáfica, siempre que sea posible.

### 2.2.2.3. Descripción del perfil del suelo

La observación de las calicatas consiste en el análisis visual y táctil de las diferentes características morfológicas de cada uno de los horizontes y/o capas del suelo. Para esta descripción de los perfiles se siguen los criterios de la “Guía para la Descripción de Suelos”, publicada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el año 2009. Todos los datos se introducen a través de Tablet PC, de forma que se generan fichas digitales automatizadas por cada uno de los perfiles descritos, las cuales, para el presente cantón, aparecen recogidas en el Anexo 5. Esta descripción se acompaña de fotos del perfil y fotos panorámicas representativas de la unidad edáfica.

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, utilizando el sistema americano de clasificación de suelos, *Soil Taxonomy* (SSS-USDA, 2006). Esta clasificación se revisa luego en la fase postcampo, cuando se dispone de todos los datos levantados y de los resultados de los laboratorios, para obtener la clasificación final.

### 2.2.2.4. Recolección y entrega de muestras

De cada perfil descrito se recogen muestras de los horizontes definidos, prestando especial atención a la caracterización de los primeros 50 cm. Se toman dos muestras, como mínimo, con análisis completos (tipo A, definidos en el epígrafe 2.2.3.1), aumentando este número siempre que sea necesario para sustentar la clasificación taxonómica.

Las muestras se guardan en doble funda plástica, perfectamente identificadas con la etiqueta correspondiente, y agrupadas por perfil en una nueva bolsa plástica. Periódicamente estas muestras se envían al centro de acopio, registradas en un manifiesto, para su posterior entrega a los laboratorios. Todo el proceso es controlado por el equipo de control de calidad, tanto en campo como en la recepción en los laboratorios.

## 2.2.3. Fase postcampo

### 2.2.3.1. Análisis de muestras

Se han contratado dos laboratorios para llevar a cabo los análisis de las muestras de suelos. En el momento de la entrega de las muestras al laboratorio, estas se acompañan de un manifiesto que incluye un listado con los parámetros que hay que analizar en ellas y que fueron decididos por el edafólogo en el momento de la descripción del perfil según el tipo de horizonte encontrado. Los diferentes tipos de análisis que se realizan en ambos laboratorios se pueden consultar en el Cuadro 2.2.

El análisis Tipo A es el más completo y se realiza, generalmente, para las muestras tomadas en los 50 cm superiores del perfil; mientras que el análisis Tipo B es menos completo que el A y, generalmente, se solicita para muestras más profundas u horizontes que subyacen bajo otro horizonte del que ya se ha solicitado análisis Tipo A. Por otra parte, los análisis restantes se realizan con el fin de sustentar la clasificación taxonómica. Así, el análisis Tipo S se realiza cuando en muestras de Tipo A o B, la conductividad eléctrica de la solución del suelo es superior a 1 dS/m; el Tipo C cuando existe reacción positiva al HCl en algún horizonte; el Tipo F1 y P cuando los suelos son susceptibles de ser clasificados como

Andisols o llevan prefijo Andic; el tipo F2, cuando es necesario determinar las características hídricas en Andisols; y el Tipo Ox, para la correcta clasificación de los Oxisols. En resumen se toman todas las muestras necesarias para sustentar la clasificación taxonómica.

Para la realización de los análisis en los laboratorios se siguen las metodologías establecidas por la Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador (RELASE) y otros métodos reconocidos a nivel internacional, con el fin de obtener resultados representativos.

**Cuadro 2.2. Descripción de los tipos de análisis solicitados a los laboratorios**

| Tipo de Análisis | Parámetros                | Método                          | Unidad de reporte  |
|------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------|
| <b>Tipo A</b>    | pH                        | Potenciométrico en agua (1:2,5) | pH                 |
|                  | Nitrógeno amoniacal       | Olsen pH 8,5                    | ppm                |
|                  | Fósforo disponible        | Olsen pH 8,5                    | ppm                |
|                  | Potasio disponible        | Olsen pH 8,5                    | meq/100 g de suelo |
|                  | Calcio disponible         | Olsen pH 8,5                    | meq/100 g de suelo |
|                  | Magnesio disponible       | Olsen pH 8,5                    | meq/100 g de suelo |
|                  | Materia Orgánica          | Walkley-Black                   | %                  |
|                  | Suma de Bases             | Acetato de Amonio a pH 7        | meq/100 g de suelo |
|                  | Saturación de bases       | Cálculo                         | %                  |
|                  | NaCIC                     | Acetato de Amonio a pH 7        | meq/100 g de suelo |
|                  | KCIC                      | Acetato de Amonio a pH 7        | meq/100 g de suelo |
|                  | CaCIC                     | Acetato de Amonio a pH 7        | meq/100 g de suelo |
|                  | MgCIC                     | Acetato de Amonio a pH 7        | meq/100 g de suelo |
|                  | CIC                       | Acetato de Amonio a pH 7        | meq/100 g de suelo |
|                  | Textura % arcilla         | Bouyoucos (Hidrómetro)          | %                  |
|                  | Textura % limo            | Bouyoucos (Hidrómetro)          | %                  |
|                  | Textura % arena           | Bouyoucos (Hidrómetro)          | %                  |
|                  | Clase textural            | Cálculo                         | Nombre             |
|                  | Conductividad eléctrica   | Conductimétrico en agua (1:2,5) | dS/m               |
|                  | Acidez libre*             | Volumétrico (titulación)        | meq/100 g de suelo |
|                  | Aluminio intercambiable** | Volumétrico (titulación)        | meq/100 g de suelo |
| <b>Tipo B</b>    | pH                        | Potenciométrico en agua (1:2,5) | pH                 |
|                  | Nitrógeno amoniacal*      | Olsen pH 8,5                    | ppm                |
|                  | Fósforo disponible        | Olsen pH 8,5                    | ppm                |
|                  | Potasio disponible        | Olsen pH 8,5                    | meq/100 g de suelo |
|                  | Calcio disponible         | Olsen pH 8,5                    | meq/100 g de suelo |
|                  | Magnesio disponible       | Olsen pH 8,5                    | meq/100 g de suelo |
|                  | Materia Orgánica          | Walkley-Black                   | %                  |
|                  | Textura % arcilla         | Bouyoucos (Hidrómetro)          | %                  |
|                  | Textura % limo            | Bouyoucos (Hidrómetro)          | %                  |
|                  | Textura % arena           | Bouyoucos (Hidrómetro)          | %                  |
|                  | Clase textural            | Cálculo                         | Nombre             |
|                  | Conductividad eléctrica   | Conductimétrico en agua (1:2,5) | dS/m               |

| Tipo de Análisis                      | Parámetros                                       | Método                                     | Unidad de reporte |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|
| <b>Tipo S</b>                         | pH                                               | Potenciométrico en extracto pasta saturada | pH                |
|                                       | Conductividad eléctrica                          | Conductimétrico en extracto pasta saturada | dS/m              |
|                                       | Cationes: Sodio                                  | Extracto de Pasta Saturada                 | meq/l             |
|                                       | Cationes: Potasio                                | Extracto de Pasta Saturada                 | meq/l             |
|                                       | Cationes: Calcio                                 | Extracto de Pasta Saturada                 | meq/l             |
|                                       | Cationes: Magnesio                               | Extracto de Pasta Saturada                 | meq/l             |
|                                       | Aniones: Carbonatos                              | Extracto de Pasta Saturada                 | meq/l             |
|                                       | Aniones: Bicarbonatos                            | Extracto de Pasta Saturada                 | meq/l             |
|                                       | Aniones: Sulfatos                                | Extracto de Pasta Saturada                 | meq/l             |
|                                       | Aniones: Cloruros                                | Extracto de Pasta Saturada                 | meq/l             |
|                                       | PSI                                              | Cálculo                                    | %                 |
|                                       | RAS                                              | Cálculo                                    | %                 |
| <b>Tipo C</b>                         | Carbonatos totales                               | titulación                                 | %                 |
| <b>Tipo F1</b>                        | Densidad aparente                                | Estufa/volumen cilindro                    | g/cm <sup>3</sup> |
| <b>Tipo F2</b>                        | Retención de agua gravimétrica a -33 kPa         | Ollas de presión y placas de porcelana     | %                 |
|                                       | Retención de agua gravimétrica a -1500 kPa       | Ollas de presión y placas de porcelana     | %                 |
| <b>Tipo Ox</b>                        | pH para Oxisols                                  | Potenciométrico en KCl 1N (1:2,5)          | pH                |
| <b>Tipo P</b><br>Retención de fósforo | Equilibrio con 1000 mg/kg de solución de fósforo | Olsen                                      | %                 |

\*Se realiza cuando el pH < 5,5.

\*\* Se realiza cuando el pH < 4,5.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Los laboratorios contratados en este proyecto se someten de manera continua a controles de calidad, tanto externos como internos. Entre los controles que realizan entidades externas cabe mencionar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO-9000 y la acreditación según Norma ISO-17025, así como ejercicios de intercomparación entre diferentes laboratorios, con la participación en diversos circuitos de control de calidad tanto a nivel nacional como internacional. Los controles internos que lleva a cabo el propio laboratorio consisten en pruebas de exactitud, utilizando muestras de referencia de valores conocidos, y análisis de repetibilidad, a través de coeficientes de variación.

En cuanto a los métodos analíticos empleados, ambos laboratorios aplican métodos idénticos, parte esencial para el buen desarrollo del proceso de generación cartográfica, y utilizan tecnologías actualizadas, que permiten una mayor precisión en los resultados.

### 2.2.3.2. Gestión de la información de campo

La información recogida en campo se gestiona y almacena a través de bases de datos geográficas y se amplía y complementa con los resultados analíticos que reportan los laboratorios.

Tras comprobar la coherencia y completitud de los datos de las fichas de campo, estos se transfieren a la base de datos del proyecto. Paralelamente se procesan las muestras de



suelo y se incorporan los resultados analíticos reportados por los laboratorios. Estos resultados se revisan, en coordinación con los técnicos responsables de campo, a la vez que se interpretan y analizan, confrontando los valores esperados en correspondencia con la información de campo, para estudiar su coherencia con el medio.

Con toda la información disponible y organizada, derivada tanto del campo como del laboratorio, los edafólogos realizan la clasificación definitiva del suelo atendiendo a las variables características del perfil utilizando la *Soil Taxonomy* en su versión del 2006 (SSS-USDA, 2006) y determinando su correspondencia a 2010 (SSS-USDA, 2010). Ambas clasificaciones se presentan en dos campos diferentes, si bien sólo difieren en casos muy específicos (en el Anexo 1 se presenta un resumen de las equivalencias entre los Subórdenes de suelos según ambas versiones, siempre que éstas no coincidan). Es la clasificación según la *Soil Taxonomy* 2006 (SSS-USDA, 2006), a nivel Subgrupo, la que se utiliza para caracterizar la Unidad Edáfica.

Cabe aclarar que puntualmente se utiliza la textura de campo donde los resultados de laboratorio y de campo presentan texturas muy disímiles. Estos casos pueden derivarse de la utilización del método de Bouyoucos y corresponden principalmente a ciertas clasificaciones dentro del orden de los Andisols y del suborden Psamments. Esta particularidad se indica tanto en la ficha descriptiva de los perfiles (Anexo 5) como en la descripción del tipo de suelo que aparece en el apartado de resultados del levantamiento geopedológico.

Con el objetivo de no distorsionar el entorno edáfico de la zona de estudio, en ocasiones se generalizó la información de los perfiles descritos para adaptarla a las relaciones suelo-paisaje existente, tras realizar un estudio completo de las características del perfil en relación al sector y la geoforma en la que aparece.

### 2.2.3.3. Elaboración del Mapa Geopedológico

Partiendo del mapa que contiene las unidades edáficas y del mapa de puntos de observación con su correspondiente información edáfica, se procede a dar contenido al Mapa Geopedológico.

Inicialmente, cada unidad edáfica está caracterizada por una calicata, que es la que se utiliza para dotarla de información. Sin embargo, las dificultades encontradas en los trabajos de campo pueden provocar que alguna unidad edáfica carezca de punto de observación y, por tanto, quede sin información. En estos casos se asigna a esta unidad edáfica una calicata de otra unidad similar, teniendo en cuenta la proximidad entre las unidades, el entorno edáfico y la información proporcionada por estudios previos, fundamentalmente los mapas PRONAREG-ORSTOM.

Otra situación posible es la existencia en una misma unidad edáfica de más de una calicata que sirva para caracterizarla. En este caso el análisis del entorno edáfico determina el uso de la o las calicatas representativas, reservando el resto para indicar la variabilidad edáfica posible en el interior de esa unidad.

El Mapa Geopedológico representa un modelo de distribución espacial de las unidades del suelo en el área de estudio. Cada una de estas unidades queda caracterizada con un único perfil, al que se vinculan un total de 26 variables que se utilizan para elaborar el mapa. Estas variables son las siguientes: código de perfil, clave taxonómica (SSS-USDA, 2006 y 2010),



clasificación a nivel de Subgrupo (SSS-USDA, 2006 y 2010), textura superficial, textura a profundidad, drenaje natural, profundidad efectiva, pedregosidad, afloramientos rocosos, elementos gruesos, toxicidad, pH, salinidad, profundidad del nivel freático, régimen de temperatura del suelo, régimen de humedad del suelo, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases, fertilidad, inundabilidad, velocidad de infiltración, características y código suelo. A estas variables se añaden las heredadas de la Cartografía Geomorfológica.

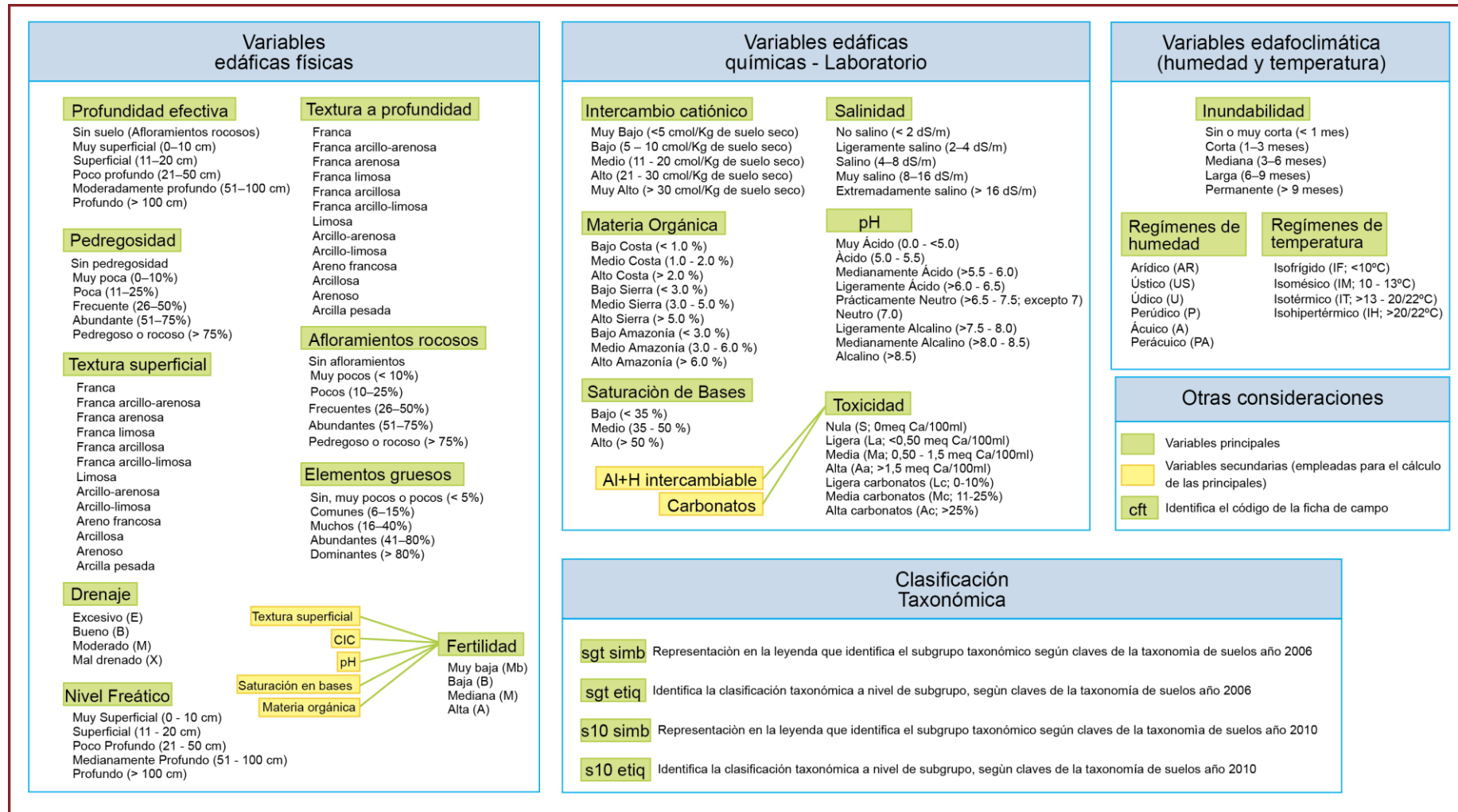
Como se puede observar, estas variables son de diferente naturaleza; algunas derivan directamente de las “unidades geoclima” (regímenes de humedad y temperatura), otras se obtienen a partir de las descripciones en campo (pedregosidad, afloramientos rocosos, etc.) y otras proceden de los análisis de laboratorio (pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, etc.). Además, algunas de estas variables se calculan a partir de otros parámetros, como es el caso de la fertilidad o la toxicidad. En el Gráfico 2.2 se presenta un resumen del modelo de datos utilizado para la generación del Mapa Geopedológico, con todas las variables que intervienen en su elaboración.

Para el caso de la fertilidad, esta se calcula mediante la combinación de una serie de variables: capacidad de intercambio catiónico, pH, porcentaje de saturación en bases, materia orgánica, textura y salinidad del suelo (en la región de Amazonía se considera también la toxicidad). De todas ellas se consideran como principales el pH y la salinidad, de forma que éstas actúan como las variables más restrictivas. Cuando una de estas dos variables es muy baja, la fertilidad es muy baja; cuando otra de las variables no principales es baja y las demás variables son altas, la fertilidad es media; y cuando no concurre ninguna de las situaciones anteriores, el nivel de fertilidad lo determina la variable más restrictiva.

El resultado final es la Cartografía Geopedológica, a escala de trabajo 1:25.000, donde se muestran las diferentes unidades edáficas encontradas con su perfil modal clasificado a nivel de Subgrupo según *Soil Taxonomy* (SSS-USDA, 2006). En el mapa final, a cada Subgrupo se le asigna un número para facilitar su identificación.

Las salidas cartográficas se elaboran por hojas según la grilla 50.000 y por cada cantón, con su respectiva leyenda en la que se identifican los diferentes subgrupos de suelos identificados con sus correspondientes números. Se incluyen también dos esquemas generalizados a escala 1:500.000, con los contextos morfológicos y los regímenes de temperatura de los suelos, ambos de carácter explicativo. Se proporciona, además, como un documento aparte, una leyenda más extensa que la representada en la salida cartográfica, de carácter explicativo y de tipo geopedológico, de forma que se entienda el entorno donde se desarrollan los suelos. Esta leyenda está estructurada y jerarquizada de la siguiente manera: Dominio Fisiográfico, Contexto Morfológico, Régimen de temperatura del suelo, Formación Geológica, Geoforma, Pendiente, Características del suelo, Perfil representativo y Clasificación taxonómica a nivel de Subgrupo.

Gráfico 2.2. Esquema de las variables del modelo de datos de Geopedología



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.



#### **2.2.4. Control de calidad**

La Cartografía Geopedológica sigue un proceso continuo de control de calidad por parte del Consorcio Tracasa-Nipsa. Éste control se aplica a las fichas de campo (tanto en completitud como en coherencia), análisis de laboratorio, asignaciones finales de suelos a nivel de Subgrupo, así como a la información de las 26 variables mencionadas y la información geoespacial de las unidades edáficas con las calicatas asignadas.

Adicionalmente la estructura organizativa del trabajo permite una serie de filtros y de controles para la homogeneización de criterios y la comprobación de la coherencia con el entorno edáfico, que facilitan la obtención de información adecuada en todos sus diferentes componentes.

### **2.3. Mapa de Velocidad de infiltración**

#### **2.3.1. Evaluación de la infiltración hídrica de los suelos**

Los valores de la velocidad de infiltración contribuyen a realizar un análisis más específico sobre la aptitud de los suelos para el riego, así como para el estudio de la susceptibilidad a la erosión hídrica. La metodología adoptada en el presente proyecto permite conocer los valores de infiltración bajo el criterio de utilizar el perfil de suelo como base de análisis edafológico e hídrico, de forma que es posible establecer genéricamente los valores de infiltración de las diferentes unidades geopedológicas estudiadas. Esto implica obviar la alta variabilidad intrínseca de las propiedades hidráulicas del territorio (Kutilek y Nielsen, 1994), pero permite optimizar la cartografía de esta propiedad en tiempo y recursos.

La medición de la infiltración en este proyecto se realiza utilizando la metodología de minidisco en la mayoría de los perfiles programados y se complementa con el método de doble anillo de Müntz en, al menos, el 10% de los puntos de muestreo, con cuyos datos se ajusta la curva de infiltración para la totalidad de los perfiles. Adicionalmente se determinan los umbrales de pendiente por encima de los cuales no se realizan estas pruebas de infiltración; es decir, los ensayos con los infiltrómetros de minidisco no se realizan por encima del 40% de pendiente y los de doble anillo hasta un máximo del 12%, ambos en suelos de más de 20 cm de profundidad.

Los valores de infiltración ajustados se incluyen en la información de las 26 variables y se asocian a las unidades edáficas descritas en el apartado del levantamiento geopedológico. En aquellos casos en que la unidad edáfica carece de información directa y se le ha asignado una calicata de otra unidad edáfica similar, el dato de la velocidad de infiltración asociada a esa calicata también se utiliza para caracterizar la unidad edáfica sin información, realizando correcciones según la pendiente si fuera necesario. Cuando la unidad edáfica tiene asignada una calicata en la que no se realizó la medición de la velocidad de infiltración, los campos asociados de la base de datos quedan sin información con la palabra "Desconocido".

Una descripción más detallada de la metodología utilizada para elaborar la Cartografía de Velocidad de infiltración se puede consultar en el documento "Metodología\_Velocidad\_Infiltracion".



El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato
- Se utiliza la Cartografía Geopedológica como base para la generación de información geoespacial de velocidad de infiltración de los suelos
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía también es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado y conserva las unidades geoespaciales previamente definidas en el Mapa Geopedológico
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación de la velocidad de infiltración corresponde a la metodología propuesta por Landon (1984)

### 2.3.2. Infiltrómetro de doble anillo

El cilindro infiltrómetro, conocido como el *doble anillo* de Müntz, es un método ampliamente utilizado para determinar la infiltración del agua en el suelo y es adecuado para métodos de riego que permiten humectar directamente una gran superficie de suelo. El flujo radial es minimizado por medio de un área tampón alrededor del cilindro central, de forma que se asegura el movimiento vertical del agua. La principal limitación de este método es que su emplazamiento puede alterar las condiciones naturales del suelo, puesto que durante su instalación se elimina la mayor parte de la cobertura vegetal y la estructura o el grado de compactación del horizonte superficial pueden verse modificados.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta es el hecho de que el tiempo que transcurre desde el inicio del ensayo hasta que se alcanza la saturación depende de la humedad previa del suelo y la altura del agua en el anillo interior.

#### 2.3.2.1. Fase de precampo

Previo a la salida de campo se realiza un análisis del territorio y de las unidades a intervenir. De los puntos planificados para la ubicación de las calicatas se eligen aquellos que se localizan en pendientes inferiores al 12%, seleccionando el 10% del total de las calicatas. En caso de que este número exceda la cantidad de puntos por bloque, se seleccionan los que estén mejor distribuidos espacial y texturalmente teniendo en cuenta la información disponible dentro del área a intervenir; en caso que no se llegue a cubrir el 10% porque la zona se encuentre muy disectada se compensa realizando mayor cantidad de pruebas en otros sectores.

#### 2.3.2.2. Fase de campo

Esta fase se inicia con la instalación del equipo, previa preparación del terreno donde se va a realizar la medición. Es necesario eliminar la vegetación de la superficie donde se va a instalar el infiltrómetro, teniendo siempre la precaución de no alterar la estructura del suelo. El cilindro debe introducirse en el suelo hasta una profundidad no superior a los 2/3 de su

altura total (Foto 2.1). Simultáneamente, se vierte agua en el cilindro exterior, que actúa como área tampón, y también en el cilindro interior.

Foto 2.1. Proceso de instalación del infiltrómetro de doble anillo de carga constante



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Para realizar las lecturas se toma como referencia una regla y en los distintos intervalos de tiempo se anotan las lecturas del nivel de agua observadas. La velocidad de infiltración tiende a hacerse constante alrededor de las dos horas después del inicio de la medición (velocidad de infiltración básica) (Holzapfel *et al.*, 2001), por esta razón se recomienda realizar las lecturas en los siguientes tiempos: los primeros cinco minutos se realiza una lectura cada minuto; desde entonces hasta la media hora, el tiempo de lectura se alarga a cinco minutos; a partir de este momento y hasta alcanzar la hora, se recomienda tomar lecturas cada diez minutos, y a partir de la hora y hasta las dos horas se mide cada quince minutos.

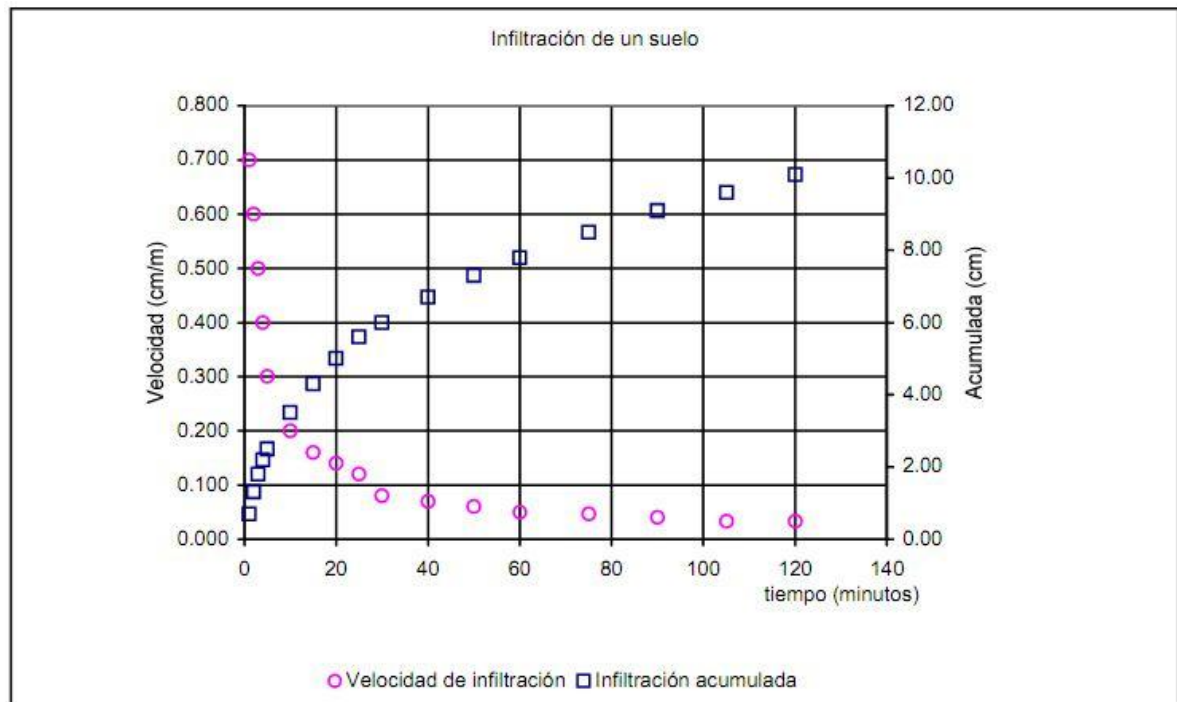
### 2.3.2.3. Fase postcampo

Con los datos de cantidad de agua infiltrada obtenidos en campo, se evalúa la infiltración de los suelos estudiados. Los parámetros disponibles son el intervalo de tiempo transcurrido entre lecturas y la altura de agua que infiltra en el suelo en ese intervalo.

Así, se calcula la infiltración acumulada como la suma de las láminas de agua (en centímetros) infiltradas desde el comienzo de la medición (tiempo 0). Por otra parte, también es posible calcular la tasa de infiltración, dividiendo las láminas de agua infiltrada en cada intervalo temporal (en centímetros), entre la duración de ese intervalo (en minutos). Como resultado se obtiene la tasa de infiltración de agua en el suelo en unidades de cm/min. La cantidad de agua infiltrada acumulada, al ser un valor acumulativo, siempre irá en aumento, variando la pendiente de la curva en función de las propiedades hídricas del suelo. De igual forma, la tasa de infiltración será más elevada al inicio del proceso de la infiltración que al final, cuando el suelo se acerca a la saturación hídrica.

Ambos parámetros pueden representarse de forma gráfica, tal y como se observa en la Figura 2.1.

**Figura 2.1. Representación gráfica de la curva de infiltración e infiltración acumulada de un suelo en función del tiempo**



Fuente: modificado de Kutilek y Nielsen, 1994. Soil Hidrology.

### 2.3.3. Infiltrómetro de minidisco

El infiltrómetro de minidisco (Decagon Devices, 2012) es un equipo portátil que permite medir la conductividad hidráulica en condiciones insaturadas. El equipo es de uso generalizado para evaluar la infiltración de los suelos en un amplio rango de texturas y presenta la gran ventaja de que permite realizar mediciones sin necesidad de requerir grandes volúmenes de agua (generalmente, pueden tomarse medidas apropiadas con un volumen de agua inferior a los 200 ml). Esto lo convierte en un instrumental fácilmente portable y de fácil instalación y manejo. Consta de dos cámaras: la superior, llamada cámara de burbujas, controla la succión sobre la superficie de contacto entre el disco y el suelo; mientras que la cámara inferior esta graduada en centímetros y contiene el agua utilizada en el ensayo. Posee, además, un tubo *mariotte* que comunica las dos cámaras.

#### 2.3.3.1. Fase precampo

La planificación de la infiltración depende de los puntos de muestreo establecidos en gabinete, tomando en cuenta que esta prueba de infiltración se realiza en el total de puntos analizados donde se realice la descripción de una calicata, siempre que cumplan la condición de pendiente inferior al 40%.

### 2.3.3.2. Fase de campo

En el momento de la instalación del equipo, ambas cámaras se llenan de agua y se cierran herméticamente, colocando verticalmente el dispositivo sobre la superficie del suelo. Con el fin de lograr un buen contacto hidráulico entre el infiltrómetro y el suelo, se coloca un anillo de 2 mm de grosor relleno de arena de 0,5 mm de diámetro.

La peculiaridad que presenta el minidisco es que, en el momento de hacer las lecturas, ofrece la posibilidad de ajustar la velocidad de succión para adaptarse mejor al tipo de textura del suelo que se está midiendo. Así, en la mayoría de los suelos la tasa de succión que se utiliza es la determinada por una altura de agua de 2 cm en la cámara inferior. En situaciones particulares, como en el caso de suelos arenosos con altas tasas de infiltración (texturas arenosas y areno-francosas); o cuando el suelo es más compacto y con una infiltración mucho más lenta (texturas arcillosas, arcillas pesadas y arcillo-limosas), ésta se ajusta a una altura de 6 cm y 0,5 cm, respectivamente.

Las lecturas de los volúmenes de agua infiltrada se realizan a intervalos de tiempo prefijados en función de la textura del suelo. En el caso de suelos arenosos las lecturas se miden cada cinco segundos; en suelos de textura media cada 30 segundos y en suelos arcillosos las lecturas se efectúan cada 30 minutos (Decagon Devices, 2012). El gasto volumétrico será de un mínimo de 200 ml de agua o bien hasta la estabilización de tres lecturas.

### 2.3.3.3. Fase postcampo

Existen diferentes métodos para determinar la conductividad hidráulica del suelo no saturada a partir de los datos de infiltración con el método del infiltrómetro de disco, pero se utiliza el método desarrollado por Zhang (1997), debido a su simplicidad. En este método se parte de la infiltración acumulada, para cuyo cálculo se requieren los datos registrados en los ensayos de campo, en concreto, los intervalos temporales transcurridos entre lecturas y la altura de agua que se ha infiltrado en el suelo en esos intervalos. A partir de ellos se calcula la infiltración acumulada como la suma de las láminas de agua (en centímetros) infiltradas desde el comienzo de la medición (tiempo 0).

Una vez calculada la infiltración acumulada, ésta se representa en un gráfico de abscisas y ordenadas, donde X representa el tiempo e Y la infiltración acumulada. Seguidamente, se ajusta la siguiente ecuación matemática (1), de forma que se obtienen los valores de los parámetros C1 y C2:

$$I = C1 t + C2 \sqrt{t} \quad (1)$$

Donde:

$t$  = tiempo (s)

C1 = parámetro obtenido a partir de la curva de infiltración (m/s)

C2 = parámetro obtenido a partir de la curva de infiltración, relacionado con la absorción del suelo ( $m/s^2$ )

Una vez conocidos los valores C1 y C2 se puede obtener el valor de la conductividad hidráulica no saturada (K) mediante la ecuación (2):

$$K = \frac{C1}{A} \quad (2)$$

A su vez, el valor de A se calcula mediante las ecuaciones (3) ó (4), en función de las características del suelo:

$$A = \frac{11,65 (n^{0,1}-1) \exp(2,9(n-1,9) \infty h_0)}{(\alpha r_0)^{0,91}} n > 1,9 \quad (3)$$

$$A = \frac{11,65 (n^{0,1}-1) \exp(7,5(n-1,9) \infty h_0)}{(\alpha r_0)^{0,91}} n < 1,9 \quad (4)$$

Donde:

K = conductividad hidráulica no saturada del suelo

C1 = parámetro anterior obtenido a partir de la curva de infiltración (m/s)

A= parámetro cuyo cálculo depende de las características del suelo y del infiltrómetro, calculado a partir de las ecuaciones (3 y 4)

n y a = parámetros de Van Genuchten dependientes de las características texturales del suelo

r<sub>0</sub> = radio del disco del infiltrómetro

h<sub>0</sub> = succión aplicada por el infiltrómetro del disco

Los parámetros de Van Genuchten para los doce tipos de textura del suelo fueron calculados por Carsel y Parrish (1988) teniendo en cuenta el tamaño del disco del infiltrómetro y la succión aplicada (Cuadro 2.3).

**Cuadro 2.3. Valores de Van Genuchten para doce tipos de textura de suelos para valores de A de 2,2 cm de radio de disco y succión entre 0,5 a 6 cm**

| Textura                | r <sub>0</sub> =2,25 cm |      | h <sub>0</sub> |      |      |      |      |       |       |       |
|------------------------|-------------------------|------|----------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
|                        | α                       | n    | -0,5           | -1   | -2   | -3   | -4   | -5    | -6    | -7    |
|                        |                         |      | A              |      |      |      |      |       |       |       |
| Arenoso                | 0,145                   | 2,68 | 2,84           | 2,40 | 1,73 | 1,24 | 0,89 | 0,64  | 0,46  | 0,33  |
| Areno-francoso         | 0,124                   | 2,28 | 2,99           | 2,79 | 2,43 | 2,12 | 1,84 | 1,61  | 1,40  | 1,22  |
| Franco-arenoso         | 0,075                   | 1,89 | 3,88           | 3,89 | 3,91 | 3,93 | 3,95 | 3,98  | 4,00  | 4,02  |
| Franco                 | 0,036                   | 1,56 | 5,46           | 5,72 | 6,27 | 6,87 | 7,53 | 8,25  | 9,05  | 9,92  |
| Limoso                 | 0,016                   | 1,37 | 7,92           | 8,18 | 8,71 | 9,29 | 9,90 | 10,55 | 11,24 | 11,98 |
| Franco-limoso          | 0,02                    | 1,41 | 7,10           | 7,37 | 7,93 | 8,53 | 9,19 | 9,89  | 10,64 | 11,45 |
| Franco-arcillo-arenoso | 0,059                   | 1,48 | 3,21           | 3,52 | 4,24 | 5,11 | 6,15 | 7,41  | 8,92  | 10,75 |
| Franco-arcilloso       | 0,019                   | 1,31 | 5,86           | 6,11 | 6,64 | 7,23 | 7,86 | 8,55  | 9,30  | 10,12 |
| Franco-arcillo-limoso  | 0,01                    | 1,23 | 7,89           | 8,09 | 8,51 | 8,95 | 9,41 | 9,90  | 10,41 | 10,94 |
| Arcillo-arenoso        | 0,027                   | 1,23 | 3,34           | 3,57 | 4,09 | 4,68 | 5,36 | 6,14  | 7,04  | 8,06  |
| Arcillo-limoso         | 0,005                   | 1,09 | 6,08           | 6,17 | 6,36 | 6,56 | 6,76 | 6,97  | 7,18  | 7,40  |
| Arcilloso              | 0,008                   | 1,09 | 4,00           | 4,10 | 4,30 | 4,51 | 4,74 | 4,98  | 5,22  | 5,48  |

Elaboración: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

#### 2.3.4. Correlación de datos

Los análisis estadísticos se realizan con el software estadístico Statgraphics Centurion XVI, Versión 16.1.03. Se lleva a cabo una comparación de modelos entre las dos metodologías

de medida de la velocidad de infiltración mediante el módulo SnapsStats, de forma que cuando intervienen dos o más niveles de un factor categórico, clases texturales en el presente estudio, pueden obtenerse modelos de regresión relacionados con las variables de interés para cada clase y analizar su contribución al modelo general. En este caso se recurre al procedimiento de “comparación de líneas de regresión”.

De esta forma, se determina la ecuación de regresión interpretativa para estimar los valores de la infiltración bajo el método de doble anillo a partir de los valores del método minidisco. Para aumentar la robustez del modelo se realizan los siguientes cálculos estadísticos:

- Se establecen las regresiones respectivas dentro de cada clase textural.
- A partir de un análisis de varianza de la regresión por grupos texturales se analiza si todos ellos tienen la misma pendiente o si presentan diferencias. Además, se determina si la regresión para cada grupo es significativa.
- Se interpretan los incrementos de la infiltración dentro de la ecuación de regresión de cada grupo.
- Si los coeficientes de determinación son similares en cada grupo textural y el análisis de varianza para la regresión es altamente significativo o si manifiestan similar pendiente, la ecuación de regresión interpretativa es catalogada como funcional.
- En caso de que la regresión no sea funcional, esto puede deberse a que no se dispone de la suficiente representatividad, para lo que se deben emplear más observaciones. Para ello, se emplean las observaciones en bloques aledaños y la información de unidades vecinas similares, consiguiendo un mejor ajuste de la curva de infiltración.

### 2.3.5. Elaboración del mapa de infiltración

El resultado final de esta metodología es la elaboración de un mapa a escala 1:25.000, con representación gráfica tanto por hoja como por cantón, donde se muestran las diferentes unidades edáficas encontradas con su correspondiente clase de velocidad de infiltración.

Debido a las técnicas empleadas en el proyecto no es posible realizar medidas de infiltración en todas las unidades edáficas existentes, ya sea por la densidad de muestreo, presencia de pendientes superiores al 40% o existencia de suelos saturados. Por tanto, es necesario realizar una extrapolación de los datos de velocidad de infiltración para poder informar esas unidades edáficas. Los criterios seguidos para ello son:

- Asignación directa a todas las geoformas pertenecientes a la misma unidad edáfica (igual contexto geomorfológico, geoforma, geología, pendiente, régimen de humedad del suelo y régimen de temperatura del suelo). En el caso de unidades edáficas en las que se ha realizado agrupación por pendientes, para el cálculo de la velocidad de infiltración se considera la pendiente real de cada geoforma y, a pesar de tratarse de una asignación directa, se hace corrección por pendiente cuando procede.
- Asignación de velocidad de infiltración a unidades edáficas que hayan sido caracterizadas por una calicata localizada en otra unidad edáfica similar. En estos casos se aplicará un coeficiente de corrección sobre el dato de infiltración para adaptarse a los nuevos valores de pendiente, si fuera necesario.
- Cuando la unidad edáfica esté caracterizada por una calicata que carezca de datos de infiltración (por ejemplo, suelos en condiciones de saturación hídrica) se define bajo la categoría de “Desconocido”.

### 2.3.6. Descripción de la clasificación de Velocidad de infiltración

Los valores de infiltración obtenidos por las dos técnicas aplicadas y los calculados a partir de la correlación entre ambas, se reclasifican según la metodología propuesta por Landon (1984) para su interpretación y elaboración del mapa final de Velocidad de infiltración (Cuadro 2.4).

**Cuadro 2.4. Clasificación e interpretación de la velocidad de infiltración del suelo**

| Clase | Denominación         | Rango (mm/h) |
|-------|----------------------|--------------|
| 1     | Muy rápida           | >250         |
| 2     | Rápida               | 150-250      |
| 3     | Moderadamente rápida | 65-150       |
| 4     | Moderada             | 20-65        |
| 5     | Moderadamente lenta  | 5-20         |
| 6     | Lenta                | 1,5-5        |
| 7     | Muy lenta            | < 1,5        |

*Fuente: Landon, 1984.*

A esta clasificación queda añadir la categoría “Desconocido”, que se aplica a aquellas unidades edáficas que carecen de información de velocidad de infiltración.

### 2.3.7. Control de calidad

La cartografía temática generada con la metodología propuesta y validada continúa con la fase de control de calidad, donde se escogen al azar los puntos de las pruebas de infiltración realizadas en campo y se evalúa la elaboración del mapa. La Cartografía Temática de Velocidad de infiltración se genera a partir de los valores asignados de infiltración hídrica a cada una de las unidades cartográficas del Mapa Geopedológico.

## 2.4. Elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras

### 2.4.1. Evaluación de la Capacidad de uso de las tierras

La capacidad de producción del suelo y el riesgo de pérdida de esa capacidad, según el sistema de explotación al que el suelo se someta, son los que resumen el concepto de capacidad de uso de las tierras. Establecer la capacidad de uso de un suelo equivale, por tanto, a definir el sistema de explotación acorde con su capacidad productiva, teniendo en cuenta que ésta no implique riesgo de pérdida de esa capacidad, mediante las medidas que para ello se adopten.

La metodología aplicada para la evaluación de la capacidad de uso de las tierras consiste en un modelo cualitativo, adaptado del modelo utilizado por el Instituto Espacial Ecuatoriano,



que consiste en un sistema de matrices de doble entrada para modificar sucesivamente las clases de capacidad de uso de las tierras.

El sistema de clasificación aplicado para la elaboración de la cartografía adopta la simbología del Sistema Americano USDA-LCC, pero adaptado a las condiciones concretas que se encuentran en el Ecuador, por tratarse de un sistema de gran difusión a nivel mundial y ajustarse mejor a los objetivos y disponibilidad de la información básica local.

Este sistema divide el territorio en ocho clases, según el grado de limitaciones de uso, utilizando el símbolo (I) para indicar ligeras limitaciones y aumentando progresivamente hasta llegar al símbolo (VIII) que indica severas limitaciones. Estas clases se subdividen, a su vez, en subclases, según el tipo de limitaciones por erosión, factores edáficos, humedad y/o clima que tengan. De esta forma se consiguen identificar las áreas con potencialidades para la explotación agroproductiva, forestal y áreas protegidas, así como las áreas más vulnerables.

Esta metodología se adapta para las distintas regiones identificadas en el país, de forma que las características que deben cumplir las tierras evaluadas difieren en función de si se trata de áreas localizadas en las regiones de Sierra, Costa o Amazonía.

En el documento denominado “Metodología\_Capacidad\_Uso” se puede consultar con más detalle la metodología utilizada para la elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras.

El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato
- Se utiliza la Cartografía Geopedológica como base para la generación de información geoespacial de capacidad de uso de las tierras
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía también es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado y conserva las unidades geoespaciales previamente definidas para el Mapa Geopedológico
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación de la capacidad de uso de las tierras se realiza de acuerdo a la metodología propuesta en “Geopedología y Amenazas Geológicas” (CLIRSEN, 2011b)

#### **2.4.2. Aplicación del modelo adoptado**

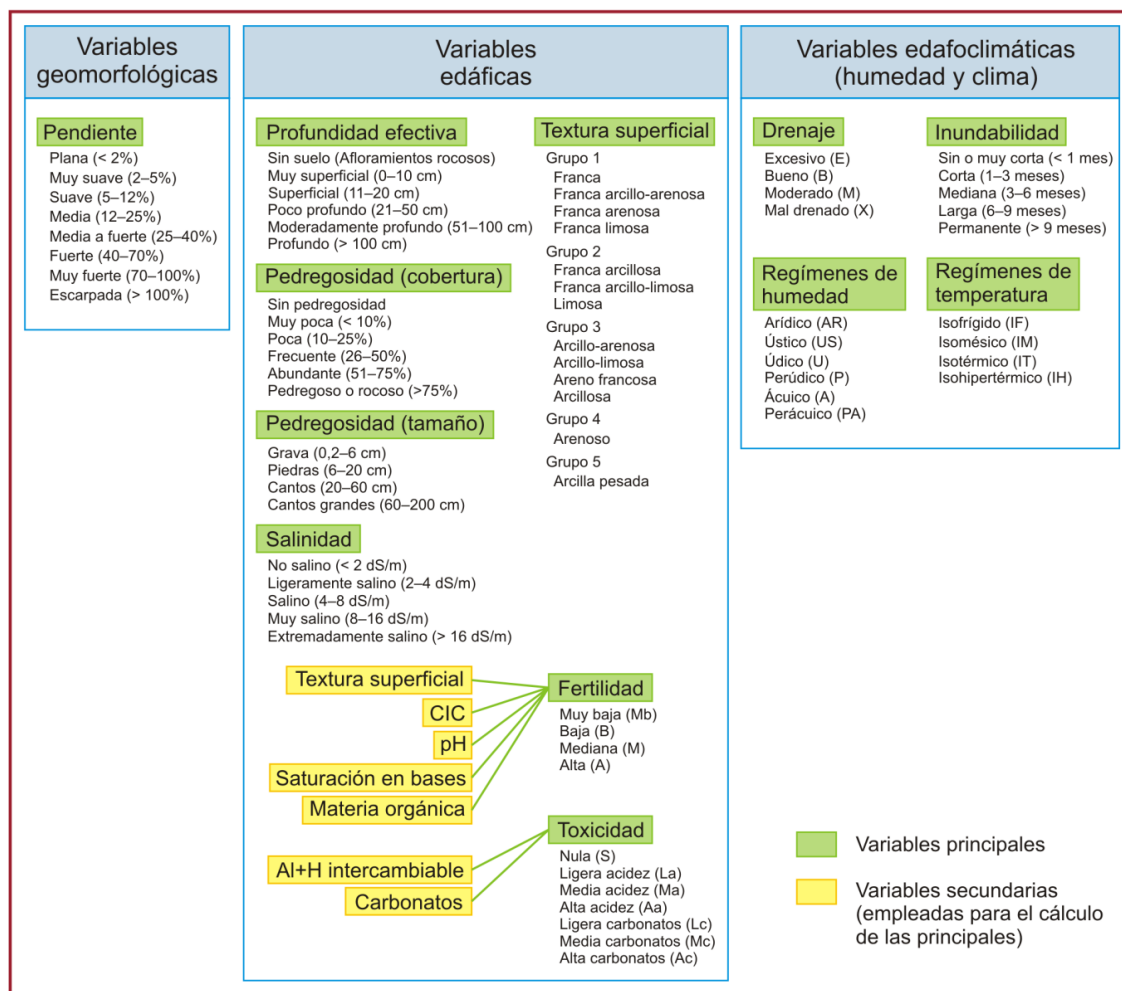
La elaboración del Mapa de Capacidad de uso de las tierras se realiza con la información levantada en campo en combinación con la del Mapa Geopedológico, en el que cada unidad edáfica tiene asignada una calicata.

Las variables seleccionadas para la aplicación del modelo incluyen variables geomorfológicas; variables edáficas, tanto físicas como químicas; y variables edafoclimáticas. Cada una de estas variables se utiliza categorizada y se introducen secuencialmente en el modelo, de manera que la capacidad de uso de las tierras se va



modificando por combinación de las mismas en matrices de decisión de doble entrada, hasta llegar, finalmente, a una calificación final de la clase de capacidad de uso de las tierras. En el Gráfico 2.3 se presenta un resumen de todas las variables empleadas en el modelo, así como de las distintas clases de capacidad de uso que resultan tras la combinación de las mismas.

**Gráfico 2.3. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la Capacidad de uso de las tierras**



Combinación de variables en matrices de decisión de doble entrada

| Clase CUT                                        |      | Subclase CUT                                                        | Limitantes                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agricultura y otros usos                         | I    | Tierras sin limitaciones                                            |                                                                                                                                                    |
|                                                  | II   | Tierras con ligeras limitaciones                                    |                                                                                                                                                    |
|                                                  | III  | Tierras con limitaciones más acentuadas                             |                                                                                                                                                    |
|                                                  | IV   | Tierras limitaciones moderadas                                      |                                                                                                                                                    |
| Uso limitado, no erosionables                    | V    | Tierras para usos especiales con limitaciones fuertes a muy fuertes |                                                                                                                                                    |
|                                                  |      |                                                                     |                                                                                                                                                    |
| Aprovechamiento forestal o fines de conservación | VI   | Tierras con limitaciones fuertes, para pastos y bosques             |                                                                                                                                                    |
|                                                  | VII  | Tierras con limitaciones muy fuertes, para pastos y bosques         |                                                                                                                                                    |
|                                                  | VIII | Tierras con muy severas limitaciones para cualquier uso             |                                                                                                                                                    |
|                                                  |      | Erosión (e)                                                         | {<br>(e1) – 2-5%<br>(e2) – 5-25%<br>(e3) – Mayor a 25%           }                                                                                 |
|                                                  |      | Suelo (s)                                                           | {<br>(s1) – Profundidad efectiva<br>(s2) – Textura<br>(s3) – Pedregosidad<br>(s4) – Fertilidad<br>(s5) – Salinidad<br>(s6) – Toxicidad           } |
|                                                  |      | Humedad (h)                                                         | {<br>(h1) – Drenaje<br>(h2) – Inundación           }                                                                                               |
|                                                  |      | Clima (c)                                                           | {<br>(c1) – RHS<br>(c2) – RTS           }                                                                                                          |

Elaboración: Consorcio Tracasa-Nipsa, adaptado de CLIRSEN, 2011b.

Algunas de estas variables se emplean de forma directa para la evaluación, mientras que otras son el resultado de la combinación de varias de estas variables. Tal es el caso de la fertilidad, que se calcula por combinación de la textura superficial, capacidad de intercambio catiónico, pH, saturación en bases y materia orgánica; y de la toxicidad, combinación de la acidez intercambiable y el contenido de carbonatos.

Las salidas cartográficas se elaboran por cada hoja 50.000 y por cada cantón, a escala 1:25.000, con su respectiva leyenda. El mapa resultante representa un modelo conceptual de la distribución espacial de las clases de capacidad de uso de las tierras, que podrá utilizarse posteriormente como herramienta clave en la definición de los sistemas de explotación más acordes a la capacidad productiva de los suelos y que menos riesgos de pérdida de esa capacidad entrañen.

### **2.4.3. Descripción de la clasificación de la Capacidad de uso de las tierras**

Las especificaciones técnicas que deben cumplir los suelos para ser clasificados en función de las diferentes clases de capacidad de uso se detallan en el Cuadro 2.5, donde se explicitan los valores que debe tomar cada parámetro para que las tierras evaluadas sean incluidas en una u otra clase de capacidad de uso, para el caso de la región en la que se encuentra este cantón. Así, las cuatro primeras clases (I a IV) están reservadas para los usos agrícolas arables; la clase (V) es una clase para usos especiales, con fuertes limitaciones pero no erosionable; las tres clases restantes (VI a VIII) se destinan a los usos no-agrícolas y, la clase VIII indica limitaciones muy severas para prácticamente cualquier uso.

Adicionalmente, en el Cuadro 2.6 se explican de forma breve las principales características de las tierras incluidas en cada una de las clases de capacidad de uso para la región específica a la que pertenece el cantón estudiado.

Respecto a las subclases, éstas están determinadas de acuerdo con las limitaciones existentes por erosión, suelos, humedad y/o clima. Para hacer referencia a estas limitaciones, la simbología empleada se basa en la utilización de subíndices que son las iniciales de cada factor limitante — (e) erosión, (s) suelos, (h) humedad, (c) clima—, unido a un código numérico que identifica el aspecto en concreto al que se debe la limitación de uso (Cuadro 2.7).

Como resultado final de la combinación de las clases y subclases de capacidad de uso de las tierras se definen las “Unidades de Manejo”. A partir de ellas es posible identificar los factores específicos que limitan el uso agrícola de las tierras. Se representan con el número romano indicativo de la clase de capacidad de uso, una o más letras minúsculas que señalan las subclases o factores limitantes generales de la capacidad de uso, y sus correspondientes números arábigos, específicos de cada limitación. Se trata de un nivel de clasificación muy específico, correlacionado con el grado de especificidad cartográfica del estudio.

Cuadro 2.5. Parámetros que definen las clases de capacidad de uso de las tierras localizadas en la región Sierra

| Factor           | Variables                                            | CLASES DE CAPACIDAD DE USO         |                              |                                         |                              |                                                      |                                                                     |                                         |                                                     |
|------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                  |                                                      | Agricultura y otros usos - arables |                              |                                         |                              | Poco riesgo de erosión                               | Aprovechamiento forestales o con fines de conservación - No arables |                                         |                                                     |
|                  |                                                      | Sin limitaciones a ligeras         |                              | Con limitaciones de ligeras a moderadas |                              | Con limitaciones fuertes a muy fuertes               | Con limitaciones muy fuertes                                        |                                         |                                                     |
|                  |                                                      | I                                  | II                           | III                                     | IV                           | V                                                    | VI                                                                  | VII                                     | VIII                                                |
| <b>Erosión</b>   | Pendiente (%)                                        | Menor a 2                          | Menor a 5                    | Menor a 12                              | Menor a 25                   | Hasta 12                                             | Menor a 40                                                          | Menor a 70                              | Cualquiera                                          |
| <b>Suelo</b>     | Profundidad efectiva (cm)                            | Mayor a 100                        | Mayor a 50                   | Mayor a 20                              | Mayor a 20                   | Cualquiera                                           | Mayor a 50                                                          | Mayor a 20                              | Cualquiera                                          |
|                  | Textura superficial                                  | Grupo 1                            | Grupo 1, 2 y 3               | Grupo 1, 2 y 3                          | Cualquiera                   | Cualquiera                                           | Cualquiera                                                          | Cualquiera                              | Cualquiera                                          |
|                  | Pedregosidad (%) (sólo con piedras a cantos grandes) | Menor a 10                         | Menor a 25                   | Menor a 25                              | Menor a 25                   | Menor a 50                                           | Menor a 25                                                          | Menor a 50                              | Cualquiera                                          |
|                  | Fertilidad                                           | Alta                               | Alta y mediana               | Alta, mediana y baja                    | Alta, mediana y baja         | Cualquiera                                           | Cualquiera                                                          | Cualquiera                              | Cualquiera                                          |
|                  | Salinidad (dS/m)                                     | Menor a 2                          | Menor a 4                    | Menor a 8                               | Cualquiera                   | Cualquiera                                           | Cualquiera                                                          | Cualquiera                              | Cualquiera                                          |
|                  | Toxicidad                                            | Sin o nula                         | Sin o nula y ligera          | Sin o nula, ligera y media              | Cualquiera                   | Cualquiera                                           | Cualquiera                                                          | Cualquiera                              | Cualquiera                                          |
| <b>Humedad</b>   | Drenaje                                              | Bueno                              | Bueno y moderado             | Excesivo, bueno y moderado              | Excesivo, bueno y moderado   | Excesivo, bueno, moderado y mal drenado              | Excesivo, bueno, moderado y mal drenado                             | Excesivo, bueno, moderado y mal drenado | Excesivo, bueno, moderado y mal drenado             |
|                  | Periodos de inundación                               | Sin o muy corta                    | Sin o muy corta              | Sin o muy corta y corta                 | Sin o muy corta y corta      | Sin o muy corta, corta, mediana y larga              | Sin o muy corta y corta                                             | Sin o muy corta, corta y mediana        | Sin o muy corta, corta, mediana, larga y permanente |
| <b>Climático</b> | Regímenes de humedad del suelo                       | Údico                              | Údico y Ústico               | Údico y Ústico                          | Údico y Ústico               | Údico, Ústico, Perúdico, Ácuico, Perácuico y Arídico | Údico, Ústico y Perúdico                                            | Údico, Ústico Perúdico y Arídico        | Údico, Ústico Perúdico, Ácuico, Perácuico y Arídico |
|                  | Regímenes de temperatura del suelo                   | Isohipertérmico e isotérmico       | Isohipertérmico e isotérmico | Isohipertérmico e isotérmico            | Isohipertérmico e isotérmico | Isohipertérmico e isotérmico                         | Isohipertérmico, isotérmico e isomésico                             | Isohipertérmico, isotérmico e isomésico | Isohipertérmico, isotérmico, isomésico e isofrígido |

Fuente: IEE-MAGAP (CGSIN), 2013.

Cuadro 2.6. Resumen de las clases de Capacidad de uso de las tierras para la región Sierra

| Clase agrológica                                     |                                        | Etiqueta     | Descripción |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AGRICULTURA Y OTROS USOS - ARABLES                   | Sin limitaciones a Ligeras             | CLASE I      | I           | Suelos en pendiente plana hasta el 2%, profundos y fácilmente trabajables, que presentan muy pocas o no tienen piedras, es decir, no tienen limitaciones que interfieran las labores de maquinaria, son suelos con drenaje bueno, no salinos y de textura superficial del grupo textural G <sub>1</sub> (francos, franco-arcillo-arenosos, franco-arenosos y franco-limosos). Se presenta en el régimen de humedad clasificado como údico y en la zona de temperatura isohipertérmica e isotérmica. Las tierras de la clase pueden ser utilizadas para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales adaptadas ecológicamente a la zona.                                                                                                             |
|                                                      |                                        | CLASE II     | II          | Suelos similares a la Clase I, y/o en pendientes muy suaves menores al 5%, moderadamente profundos y profundos, con poca pedregosidad que no limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, son de textura superficial del grupo textural G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> (franco-arcillosos, franco-arcillo-limoso, limosos) y G <sub>3</sub> (arcillo-arenosos, arcillo-limosos, areno francosos y arcillosos), tienen drenaje natural de bueno a moderado. Incluyen a suelos ligeramente salinos y no salinos. Requieren prácticas de manejo más cuidadosas que los suelos de la Clase I. Se presentan en regímenes de humedad údico y ústico, y en regímenes de temperatura isohipertérmico e isotérmico.                                                     |
|                                                      | Con limitaciones Ligeras a Moderadas   | CLASE III    | III         | Suelos en pendientes menores a 12%, suaves, muy suaves y planas, son poco profundos, moderadamente profundos e inclusive profundos, tienen poca pedregosidad que no limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, son de textura del grupo textural G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> y G <sub>3</sub> , pueden presentar drenaje excesivo, bueno y moderado. Incluyen a suelos salinos, ligeramente salinos y no salinos. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico y ústico, y los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmico e isotérmico. Por las limitaciones que presentan estas tierras, el desarrollo de los cultivos se ve disminuido, siendo necesarias prácticas especiales de manejo y conservación en los recursos suelo y agua. |
|                                                      |                                        | CLASE IV     | IV          | Son suelos que se encuentran en pendientes de medias a planas, es decir menores a 25%, poco profundos a profundos, y tienen poca pedregosidad. Esta clase de tierras requiere un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria, pues permiten un laboreo "ocasional", son de textura variable, y de drenaje excesivo a moderado. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico y ústico, y en los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmicos e isotérmicos.                                                                                                                                                                                                                          |
| POCO RIESGO DE EROSIÓN                               | Con limitaciones Fuerzas a Muy fuertes | CLASE V      | V           | Se ubican en pendientes entre planas y suaves, es decir menores al 12%, generalmente son suelos poco profundos, como también a suelos profundos pero con severas limitaciones en cuanto a drenaje y pedregosidad. Éstos requieren de un tratamiento "muy especial " en cuanto a las labores de maquinaria ya que presentan limitaciones imposibles de eliminar en la práctica; son de textura y drenaje variable. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos. Se pueden encontrar en áreas propensas o con mayor riesgo a inundación. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico, ústico, perúdicico, ácuico, perácuico y arídico, y en los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmicos e isotérmicos.                                      |
| APROVECHAMIENTO FORESTAL O CON FINES DE CONSERVACIÓN | Con limitaciones Muy Fuertes           | CLASE VI     | VI          | Suelos similares en pendiente a la Clase IV, pudiéndose también encontrar en pendientes medias y fuertes, es decir entre 12% y 40%, son moderadamente profundos a profundos, y con poca pedregosidad. Las labores de maquinaria son "muy restringidas"; son tierras aptas para aprovechamiento forestal, ocasionalmente pueden incluir cultivos permanentes y pastos. Son de textura variable, tienen drenaje de excesivo a mal drenado. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico, ústico y perúdicico, y los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmicos, isotérmicos e isomésicos.                                                                                                          |
|                                                      |                                        | CLASE VII    | VII         | Suelos en pendientes de medias a fuertes (menores al 70%), son poco profundos a profundos, y tienen una pedregosidad menor al 50%. Estas tierras tienen limitaciones muy fuertes para el laboreo debido a la pedregosidad y la pendiente. En cuanto a la textura, drenaje y salinidad éstas pueden ser variables. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico, ústico, perúdicico y arídico, y en los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmicos, isotérmicos e isomésicos. Muestran condiciones para uso forestal con fines de conservación.                                                                                                                                                                                                     |
|                                                      |                                        | CLASE VIII   | VIII        | Suelos en cualquier tipo de pendiente, son superficiales a profundos, son de textura y drenaje variables. Pueden ser suelos muy pedregosos o no pedregosos; en cuanto a la salinidad ésta clase de tierras incluye a las de reacción muy salina. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico, ústico, perúdicico, ácuico, perácuico y arídico, y en los regímenes de temperatura del suelo son isohipertérmicos, isotérmicos, isomésico e isofríos. Son áreas que deben mantenerse con vegetación arbustiva y/o arbórea con fines de protección para evitar la erosión.                                                                                                                                                                                        |
|                                                      |                                        | No aplicable |             | Para unidades no consideradas como unidades de suelo, adquiridas de la cartografía base, incluye principalmente centros poblados y cuerpos de agua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Fuente: Geopedología y Amenazas Geológicas. CLIRSEN, 2011b.

**Cuadro 2.7. Resumen de las subclases de Capacidad de uso de las tierras en función de los factores limitantes analizados**

| <b>Factores</b>    | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Erosión (e)</b> | Se refiere a los limitantes que se pueden presentar en una determinada clase de capacidad de uso por el factor erosión, que se produce en las distintas áreas por efecto de la pendiente.                                                                    |
| (e1)               | Se utiliza con la clase agrológica para indicar un ligero incremento en la pendiente (2 a 5%).                                                                                                                                                               |
| (e2)               | Indica la limitante de las diferentes clases de capacidad en los rangos de 5 a 12% y 12 a 25% de pendiente.                                                                                                                                                  |
| (e3)               | Se utiliza para indicar la limitante de las diferentes clases de capacidad en los rangos de 25 a 40%; 40 a 70% y mayor a 70% de pendiente.                                                                                                                   |
| <b>Suelo (s)</b>   | Se refiere a los limitantes que se pueden presentar en una determinada clase de capacidad de uso por los siguientes factores: profundidad efectiva, textura, pedregosidad, fertilidad, salinidad y toxicidad del suelo.                                      |
| (s1)               | Se utiliza para identificar limitantes de profundidad efectiva cuando los suelos son poco profundos (21 a 50 cm), superficiales (11 a 20 cm) y muy superficiales (0 a 10 cm).                                                                                |
| (s2)               | Identifica limitantes de suelo por texturas arcillo-arenosas, arcillo-limosas, areno-francosas, arcillosas, arcillosas pesadas y arenas.                                                                                                                     |
| (s3)               | Identifica limitantes de suelo por pedregosidad cuando esta viene representada por piedras a cantos grandes y la abundancia es frecuente, abundante y pedregosa o rocosa.                                                                                    |
| (s4)               | Se utiliza para identificar limitantes de suelo cuando existan valores de fertilidad bajos o muy bajos.                                                                                                                                                      |
| (s5)               | Se utiliza para identificar limitantes de suelo cuando éste sea salino, muy salino y extremadamente salino.                                                                                                                                                  |
| (s6)               | Se refiere para identificar limitantes de suelo cuando exista toxicidad media y alta, tanto de carbonatos como de aluminio.                                                                                                                                  |
| <b>Humedad (h)</b> | Representa las limitaciones que puede presentar una determinada clase de capacidad de uso debido al exceso o deficiencia en el contenido de humedad del suelo y los periodos de inundación que pueda sufrir.                                                 |
| (h1)               | Identifica limitantes de humedad por mal drenaje y drenaje excesivo del suelo.                                                                                                                                                                               |
| (h2)               | Se utiliza para identificar limitantes de humedad por períodos de inundación cortos, medianos, largos y permanentes.                                                                                                                                         |
| <b>Clima (c)</b>   | Estas limitaciones se deben a distintas características climáticas que pueden afectar al desarrollo de los cultivos dependiendo de los regímenes de humedad y de temperatura del suelo, íntimamente relacionados con las condiciones climáticas ambientales. |
| (c1)               | Se utiliza para identificar limitantes de clima por regímenes de humedad del suelo ústico, árido, perústico y ácuico.                                                                                                                                        |
| (c2)               | Se utiliza para identificar limitantes de clima por zonas de temperatura frías (10 a 13°C, isomésico) y muy frías (< 10°C, isofrígido).                                                                                                                      |

Fuente: Geopedología y Amenazas Geológicas. CLIRSEN, 2011b.

## 2.5. Elaboración del Mapa de Dificultad de labranza

### 2.5.1. Evaluación de la Dificultad de labranza de los suelos

El concepto de labranza utilizado en el presente proyecto se refiere a las acciones que conducen a obtener, a través del tiempo, un suelo apropiado para la actividad agrícola y, por tanto, implica una serie de acciones mecánicas sobre el suelo.



La evaluación de la dificultad de labranza de los suelos se considera el punto de partida en la propuesta de medidas para la mejora de la gestión agrícola de las tierras y, por tanto, para el aumento de su productividad. Esta evaluación hace posible la división del territorio en diferentes áreas, según sean sus condiciones para el laboreo así como la identificación de zonas con limitaciones concretas, haciendo posible su corrección o evitando en ellas un futuro deterioro de la calidad de los suelos debido a su manejo inadecuado.

Para la evaluación de la dificultad de labranza la metodología empleada se basa en la desarrollada en el epígrafe anterior para la capacidad de uso de las tierras, pero modificada y adaptada a esta temática. Se trata de un modelo empírico cualitativo que considera las variables edáficas, climáticas y geomorfológicas de mayor influencia en la determinación de la dificultad de labranza, siguiendo un orden lógico según su impacto e importancia. Como referencia técnica en la formulación de esta metodología se utilizan los rangos previstos en el Catálogo de Objetos actualizado (CLIRSEN *et al.*, 2011b) y el “Manual de Sistemas de Labranza para América Latina” (FAO, 1992), así como la experiencia del equipo consultor.

Este sistema de evaluación divide el territorio en cinco clases, subdivididas a su vez en subclases según el tipo de limitaciones que existan por erosión, aspectos edáficos y edafoclima; con esto se consiguen identificar las áreas con potencialidades para el laboreo, sus limitaciones y las áreas no arables, obteniendo así un producto final que mejora el conocimiento para la gestión agrícola y del territorio en general. Estas clases se escriben con números arábigos del (1) al (5). Las cuatro primeras clases (1 a 4) están reservadas para los usos agrícolas arables, con grado creciente de dificultad de labranza, descritas como Sin dificultad de labranza, Baja, Media o Alta dificultad de labranza. La clase 5 agrupa otros usos, como forestal, cuando las condiciones del medio son desfavorables o muy limitantes para el laboreo.

Una descripción más detallada de la metodología utilizada para evaluar la dificultad de labranza se puede consultar en el documento denominado “Metodología\_Labranza”.

El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato
- Se utiliza la Cartografía Geopedológica como base para la generación de información geoespacial de dificultad de labranza
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía también es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado y conserva las unidades geoespaciales previamente definidas para el Mapa Geopedológico
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación de la dificultad de labranza se realiza de acuerdo a la metodología propuesta para la capacidad de uso de la tierra y adaptada a esta temática a partir del “Catálogo de Objetos actualizado” (CLIRSEN *et al.*, 2011b) y el “Manual de Sistemas de Labranza para América Latina” (FAO, 1992)



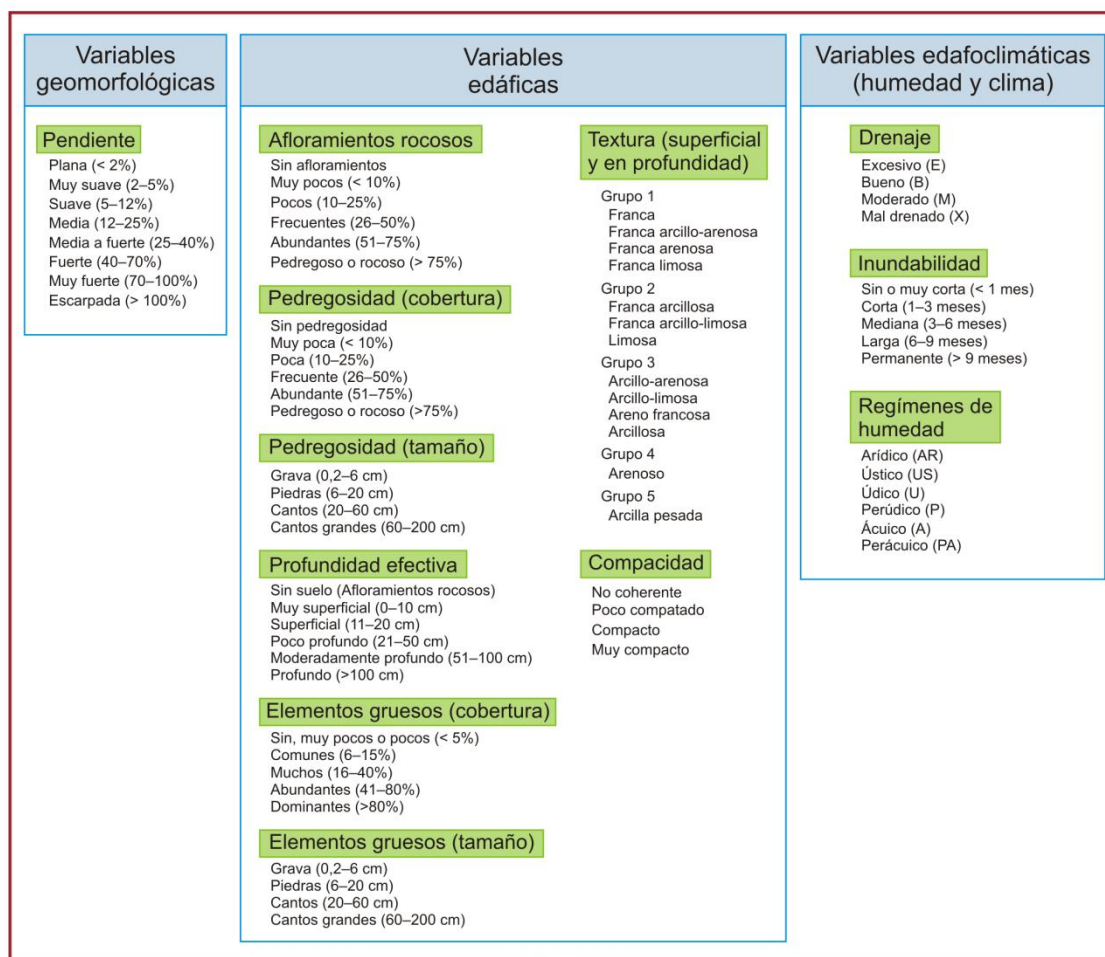
### 2.5.2. Aplicación del modelo adoptado

Para categorizar la tierra en su dificultad de labranza y el manejo agro-técnico, es básico analizar e interpretar en gabinete la información obtenida en los estudios geopedológicos y geomorfológicos de los que se dispone, además de los registros climáticos. Por tanto, para la elaboración del Mapa de Dificultad de labranza se parte también de la información levantada en campo en combinación con el mapa geopedológico.

Las variables seleccionadas para la aplicación del modelo incluyen aspectos del paisaje o de la geomorfología, una selección de propiedades edáficas y algunas variables edafoclimáticas, conforme se detalla en el Gráfico 2.4.

Igual que en el caso del Mapa de Capacidad de uso de las tierras, cada una de estas variables se utiliza categorizada y, al ser introducidas secuencialmente en el modelo, la dificultad de labranza de las tierras se va modificando por combinación de las variables en matrices de decisión de doble entrada, hasta llegar, finalmente, a una calificación de la dificultad de labranza. En el Gráfico 2.4 se presenta un resumen de todas las variables empleadas en el modelo, así como de las distintas clases de dificultad de labranza que resultan tras la combinación de las mismas.

**Gráfico 2.4. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la Dificultad de labranza de los suelos**



Combinación de variables en matrices de decisión de doble entrada

| Clase DL  |   | Subclase DL | Limitantes                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------|---|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arable    | 1 | Erosión (e) | {<br>(e1) – 5-12%<br>(e2) – 12-40%<br>(e3) – Mayor a 40%                                                                                                                                                                                                                                               |
|           | 2 |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|           | 3 |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|           | 4 |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| No arable | 5 | Suelo (s)   | {<br>(s1) – Afloramientos rocosos<br>(s2) – Pedregosidad (abundancia)<br>(s3) – Pedregosidad (tamaño)<br>(s4) – Profundidad efectiva<br>(s5) – Elementos gruesos (abundancia)<br>(s6) – Elementos gruesos (tamaño)<br>(s7) – Textura superficial<br>(s8) – Textura en profundidad<br>(s9) – Compacidad |
|           |   |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|           |   | Humedad (h) | {<br>(h1) – Drenaje<br>(h2) – Inundación                                                                                                                                                                                                                                                               |
|           |   | Clima (c)   | {<br>(c1) – RHS                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Elaboración: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Las salidas cartográficas se elaboran por cada hoja 50.000 y por cada cantón, a escala de trabajo 1:25.000, con su respectiva leyenda. El mapa resultante representa un modelo conceptual de la distribución espacial de las clases de dificultad de labranza de los suelos, lo que permitirá dividir el territorio en diferentes áreas según sus potencialidades para el laboreo, así como sus limitaciones concretas.

### 2.5.3. Descripción de la clasificación de la Dificultad de labranza

Puesto que la estructuración y ponderación de las variables está basada en la metodología establecida para las clases de Capacidad de uso de las tierras, estas clases se escriben con números arábigos del (1) al (5), para distinguir claramente esta clasificación de la de Capacidad de uso de las tierras.

Acorde a la Capacidad de uso de las tierras, el sistema de clasificación de la Dificultad de labranza se lleva a cabo adaptándolo del anterior, pero considerando un menor número de clases. Así, la clase (1) corresponde a tierras Sin dificultad de labranza; las clases (2), (3) y (4) se describen como dificultad de labranza, Baja, Media y Alta, respectivamente; mientras que la clase (5), se define como No arable y contempla las tierras con restricciones muy fuertes para la labranza que restringen su uso al forestal, con fines hidrológicos o de conservación.

En el Cuadro 2.8 se especifican las características que deben cumplir los suelos para ser clasificados en las diferentes clases de Dificultad de labranza, de modo que aparecen detallados los límites de valores dentro de los cuales deben encontrarse los distintos parámetros para que las tierras evaluadas sean incluidas en uno u otro grupo. Adicionalmente, en el Cuadro 2.9, se explican brevemente las principales características de cada uno de los grupos o clases.

Respecto a las subclases, éstas están determinadas de acuerdo con las limitaciones existentes por erosión, variables edáficas, humedad y/o clima. Para hacer referencia a estas limitaciones, la simbología empleada se basa en la utilización de subíndices que consisten en las iniciales de cada factor limitante— (e) erosión, (s) suelos, (h) humedad, (c) clima—, unido a un código numérico que identifica el aspecto en concreto al que se debe la limitación de uso (Cuadro 2.10).

Finalmente se definen las “Unidades de Manejo de Dificultad de Labranza”, como combinación de las clases y subclases de dificultad de labranza, señalando los factores específicos que limitan su condición de suelos arables. Se representan con el número arábigo indicativo de la clase de labranza, una o más letras minúsculas que señalan las subclases o factores limitantes generales para la labranza, y sus correspondientes números arábigos, específicos de cada limitación. Se trata de un nivel de clasificación muy específico, correlacionado con el grado de especificidad cartográfica del estudio.

**Cuadro 2.8. Parámetros que definen las clases de Dificultad de labranza**

| Factor           | Variables                      |               | DIFICULTAD DE LABRANZA                  |                                         |                                                        |                                                                     |            |
|------------------|--------------------------------|---------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|
|                  |                                |               | ARABLE                                  |                                         |                                                        |                                                                     | NO ARABLE  |
|                  |                                |               | SIN                                     | BAJA                                    | MEDIA                                                  | ALTA                                                                |            |
| <b>Erosión</b>   | Pendiente (%)                  |               | Menor de 5                              | Menor a 12                              | Menor a 40                                             | Menor a 70                                                          | Cualquiera |
| <b>Suelo</b>     | Afloramientos rocosos (%)      |               | Sin                                     | Sin, Muy Pocos (<10)                    | Sin, Muy Pocos, Pocos (<25)                            | Sin, Muy Pocos, Pocos y Frecuentes (<50)                            | Cualquiera |
|                  | Pedregosidad                   | Cobertura (%) | Sin, Muy pocas (<10)                    | Sin, Muy pocas, Pocas (<25)             | Sin, Muy pocas, Pocas, Frecuentes (<50)                | Sin, Muy pocas, Pocas, Frecuentes, Abundantes (<75)                 | Cualquiera |
|                  |                                | Tamaño (cm)   | De grava fina a piedras (<20)           | De grava fina a piedras (<20)           | De grava fina a piedras (<20)                          | De grava fina a cantos (<60)                                        | Cualquiera |
|                  | Profundidad efectiva (cm)      |               | Moderadamente profundo o profundo (>50) | Moderadamente profundo o profundo (>50) | Poco profundo, moderadamente profundo o profundo (>20) | Superficial, poco profundo, moderadamente profundo o profundo (>10) | Cualquiera |
|                  | Elementos gruesos              | Cobertura (%) | De ninguno a pocos (< 5)                | De ninguno a comunes (< 15)             | De ninguno a muchos (< 40)                             | De ninguno a abundantes (< 80)                                      | Cualquiera |
|                  |                                | Tamaño (cm)   | De grava fina a piedras (<20)           | De grava fina a piedras (<20)           | De grava fina a piedras (<20)                          | De grava fina a cantos (<60)                                        | Cualquiera |
|                  | Textura                        | Superficial   | F, FYA, FA, FL                          | F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L              | F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L, YA, YL, AF                 | F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L, YA, YL, AF, A, Y, YP                    | Cualquiera |
|                  |                                | A profundidad | F, FYA, FA, FL                          | F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L              | F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L, YA, YL, AF                 | F, FYA, FA, FL, FY, FYL, L, YA, YL, AF, A, Y, YP                    | Cualquiera |
|                  | Compacidad                     |               | No coherente o poco compacto            | No coherente, poco compacto o compacto  | No coherente, poco compacto o compacto                 | No coherente, poco compacto, compacto o muy compacto                | Cualquiera |
|                  |                                |               |                                         |                                         |                                                        |                                                                     |            |
| <b>Humedad</b>   | Drenaje                        |               | Bueno                                   | Bueno                                   | Bueno o moderado                                       | Excesivo, bueno, moderado o mal drenado                             | Cualquiera |
|                  | Periodos de inundación         |               | Sin o muy corta                         | Sin o muy corta                         | Sin, muy corta, corta o mediana                        | Sin, muy corta, corta, mediana, larga o permanente                  | Cualquiera |
| <b>Climático</b> | Regímenes de humedad del suelo |               | Údico                                   | Údico o Ústico                          | Údico o Ústico                                         | Údico, Ústico, Árido o Ácuico                                       | Cualquiera |

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Cuadro 2.9. Resumen de las clases de Dificultad de labranza

| Orden               | Clase    | Restricción      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|----------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ARABLE</b>       | <b>1</b> | <b>Sin</b>       | Suelos en pendiente plana o muy suave (menores al 5%), profundos o moderadamente profundos, con muy poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores de maquinaria. Tienen textura superficial del grupo textural G1 (franco, franco-arenoso, franco-limoso y franco-arcillo-arenoso), drenaje natural bueno. Se presentan en régimen de humedad údico. Pueden ser labradas y mecanizadas con todos los tipos de implementos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                     | <b>2</b> | <b>Baja</b>      | Suelos en pendientes planas a suaves (menores al 12%), son de profundos a moderadamente profundos, tienen poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores de maquinaria, son de textura del grupo textural G1 (franco, franco-arenoso, franco-limoso y franco-arcillo-arenoso) o G2 (franco-arcilloso, franco-arcillo-limoso y limoso) y presentan drenaje bueno. Son tierras con régimen de humedad údico o ústico. Requieren prácticas de manejo ligeramente más cuidadosas que los suelos de la Clase 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                     | <b>3</b> | <b>Media</b>     | Son suelos que pueden encontrarse en pendientes de medias a fuertes (menores al 40%), de poco profundos a profundos, y que pueden tener pocos afloramientos rocosos y frecuente pedregosidad superficial de hasta 20 cm. Son de textura superficial de los grupos G1 (franco, franco-arenoso, franco-limoso y franco-arcillo-arenoso), G2 (franco-arcilloso, franco-arcillo-limoso y limoso) o G3 (arcillo-arenoso, arcillo-limoso o areno-francoso), y de drenaje bueno a moderado. Son tierras con régimen de humedad del suelo údico o ústico. Por las limitaciones, el uso de maquinaria se ve disminuido, siendo necesarias prácticas especiales de manejo y conservación.                                                                                                                                               |
|                     | <b>4</b> | <b>Alta</b>      | Suelos de pendientes hasta grado fuerte (menores a 70%), son de superficiales a profundos, y pueden tener abundante pedregosidad superficial y frecuentes afloramientos rocosos. Son de textura superficial de los grupos G1 (franco, franco-arenoso, franco-limoso y franco-arcillo-arenoso), G2 (franco-arcilloso, franco-arcillo-limoso y limoso), G3 (arcillo-arenoso, arcillo-limoso o areno-francoso), G4 (arenoso) o G5 (arcilloso o arcilla pesada), tienen un drenaje natural bueno, moderado, mal drenado o excesivo, con períodos de inundación muy cortos a permanentes. Pueden presentar un régimen de humedad del suelo údico, ústico, ácuico o arídico. Son tierras con muchas restricciones al laboreo, únicamente contemplado para laboreo manual, frecuentemente de uso forestal con fines de conservación. |
| <b>NO ARABLE</b>    | <b>5</b> | <b>No arable</b> | Suelos en pendientes de muy fuertes a abruptas (mayores al 70%), son muy superficiales a profundos. Estas tierras tienen limitaciones muy fuertes para el laboreo debido a la pendiente o limitaciones adicionales como la presencia de abundantes afloramientos rocosos y pedregosidad superficial. En cuanto a la textura y drenaje éstas pueden ser variables, con períodos de inundación de muy cortos a permanentes. Son tierras presentes en cualquier régimen de humedad del suelo, údico, ústico, ácuico, arídico, perácuico y perúdicico. Sus restricciones al laboreo son extremas, y no permiten el uso agrícola. Muestran condiciones para fines de conservación.                                                                                                                                                 |
| <b>No aplicable</b> |          |                  | Para unidades no consideradas como unidades de suelo, adquiridas de la cartografía base, entre las que se incluyen principalmente centros poblados y cuerpos de agua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015. Basado en el catálogo de objetos (CLIRSEN, 2011b)

**Cuadro 2.10. Resumen de las subclases de Dificultad de labranza de las tierras en función de los factores limitantes analizados**

| Factores              |      | Descripción                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Erosión (e)</b>    |      |                                                                                                                                                                                         |
| Pendiente             | (e1) | Indica un ligero incremento en la pendiente (5 a 12%).                                                                                                                                  |
|                       | (e2) | Indica una limitante por pendiente en rangos de 12 a 40%.                                                                                                                               |
|                       | (e3) | Indica una limitante por pendiente en los rangos de 40 a 70% y mayor a 70%.                                                                                                             |
| <b>Suelo (s)</b>      |      |                                                                                                                                                                                         |
| Afloramientos rocosos | (s1) | Es utilizado para identificar limitantes de suelo por la presencia de pocos afloramientos rocosos (10 a 25%), frecuentes (25 a 50%), abundantes (50 a 75%) o pedregoso/rocoso (>75%).   |
| Pedregosidad          | (s2) | Identifica limitantes de suelo por pedregosidad, cuando es frecuente, abundante y pedregoso/rocoso.                                                                                     |
|                       | (s3) | Identifica limitantes de suelo por pedregosidad, cuando son cantos (20 a 60 cm) y/o cantos grandes (60 a 200 cm).                                                                       |
| Profundidad efectiva  | (s4) | Es utilizado para identificar limitantes de profundidad efectiva cuando los suelos son poco profundos (20 a 50 cm), superficiales (10 a 20 cm) y muy superficiales (0 a 10 cm).         |
| Elementos gruesos     | (s5) | Es utilizado para identificar limitantes de suelo cuando éste contenga muchos (15 a 40%), abundantes (40 a 80%) o dominantes (>80%) elementos gruesos en los primeros 20 cm de suelo.   |
|                       | (s6) | Es utilizado para identificar limitantes de suelo cuando éste contenga cantos (20 a 60 cm) y/o cantos grandes (60 a 200 cm) entre los elementos gruesos de los primeros 20 cm de suelo. |
| Textura               | (s7) | Identifica limitantes de suelo por texturas en superficie del grupo 3 (arcillo-limoso, arcillo-arenoso, areno-francoso), grupo 4 (arenoso) o grupo 5 (arcilloso, arcilla pesada).       |
|                       | (s8) | Identifica limitantes de suelo por texturas a profundidad del grupo 3 (arcillo-limoso, arcillo-arenoso, areno-francoso), grupo 4 (arenoso) o grupo 5 (arcilloso, arcilla pesada).       |
| Compacidad            | (s9) | Es utilizado para identificar limitantes de suelo cuando sean compactos y/o muy compactos.                                                                                              |
| <b>Humedad (h)</b>    |      |                                                                                                                                                                                         |
| Drenaje               | (h1) | Identifica limitantes de humedad por mal drenaje, moderado y/o drenaje excesivo del suelo.                                                                                              |
| Inundación            | (h2) | Será utilizado para identificar limitantes de humedad por períodos de inundación corto, mediano, largo y permanente.                                                                    |
| <b>Clima (c)</b>      |      |                                                                                                                                                                                         |
| Régimen de humedad    | (c1) | Se utiliza para identificar limitantes de clima por regímenes de humedad del suelo árido, ústico, perúdicico, ácuico y perácuico.                                                       |

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa a partir del Catálogo de Objetos CLIRSEN et al., 2011b.

## 2.6. Elaboración del Mapa de Amenaza a erosión hídrica

### 2.6.1. Evaluación de la Amenaza a erosión hídrica de los suelos

La evaluación de la amenaza a erosión hídrica de los suelos permite identificar regiones concretas del territorio en las que se deben implementar prácticas de protección que minimicen la pérdida de suelo, así como proponer medidas para la conservación y mejora de la productividad agraria, siempre dentro del marco de la sostenibilidad ambiental.

El producto que se obtiene tiene las siguientes características:

- El área de estudio engloba los Lotes 1 y 2 definidos en el contrato

- Se utiliza la Cartografía Geopedológica como base para la generación de información geoespacial de amenaza a erosión hídrica
- La unidad de estudio es la hoja 50.000 y el cantón
- La escala de trabajo en esta cartografía también es 1:25.000
- El nivel de estudio es semidetallado y parte de las unidades geoespaciales previamente definidas para el Mapa Geopedológico
- El sistema de representación cartográfico es el SIRGAS 95, UTM-WGS84-Zona 17S y 18S
- El formato digital de entrega se realiza como geodatabase (\*.mdb) y Postgres
- El sistema de clasificación de la amenaza a erosión hídrica se basa en la metodología previamente utilizada en “Geopedología y Amenazas Geológicas” (CLIRSEN, 2011a)

### 2.6.2. Aplicación del modelo adoptado

La metodología adoptada para la evaluación de la amenaza a erosión hídrica de los suelos se basa en el modelo utilizado por el Instituto Espacial Ecuatoriano, que consiste en un modelo matricial de decisión de doble entrada en el que se considera, por una parte, la vulnerabilidad de los suelos a la erosión hídrica o Índice de Susceptibilidad a la Erosión (ISE); y, por otra, las características del agente erosivo, en este caso, el Índice de Agresividad Pluvial (AP).

El cálculo del ISE se basa en un sistema de evaluación cuantitativo de tipo paramétrico en el que se tiene en cuenta la acción directa de los factores que definen la susceptibilidad de los suelos frente a la erosión. Los factores seleccionados en este caso derivan unos de la geomorfología, como son la pendiente, la forma y la longitud de la vertiente; otros de la geopedología, como la textura superficial, la profundidad efectiva del suelo y la materia orgánica; y por último, de la cobertura y uso de la tierra, como es el grado de protección vegetal. Cada uno de estos factores se analiza y califica mediante un índice del 1 al 4, donde el 1 representa una susceptibilidad baja a la erosión hídrica y el 4 indica una alta susceptibilidad.

Para asignar a cada una de las geoformas el grado de protección vegetal que le corresponde se utiliza la información de la Cartografía de Cobertura y uso de la tierra, elaborada por el CTN. El procedimiento que se sigue consiste, básicamente, en asignar a cada geoforma la cobertura vegetal más abundante presente en ella. Cuando existe predominancia de una cobertura antrópica o artificial (generalmente núcleos poblados y áreas construidas), la asignación se realiza a partir de la información de la zona no antropizada.

Una vez que cada uno de los factores analizados ha sido calificado, se aplica el método de Jerarquías Analíticas de Saaty (1990) para la ponderación de variables. Así, se establecen los coeficientes de corrección por los que deben ser multiplicados los índices de cada uno de los factores considerados y se procede a sumar el resultado para obtener, finalmente, el Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica.

En cuanto al cálculo de la AP, debido a que la disponibilidad de registros continuos de pluviosidad es escasa, se opta por utilizar una metodología basada en el Índice Modificado de Fournier (IMF), propuesto por Arnoldus en 1977, relación entre la suma del cuadrado de las precipitaciones mensuales para un año respecto de la precipitación media mensual. Este

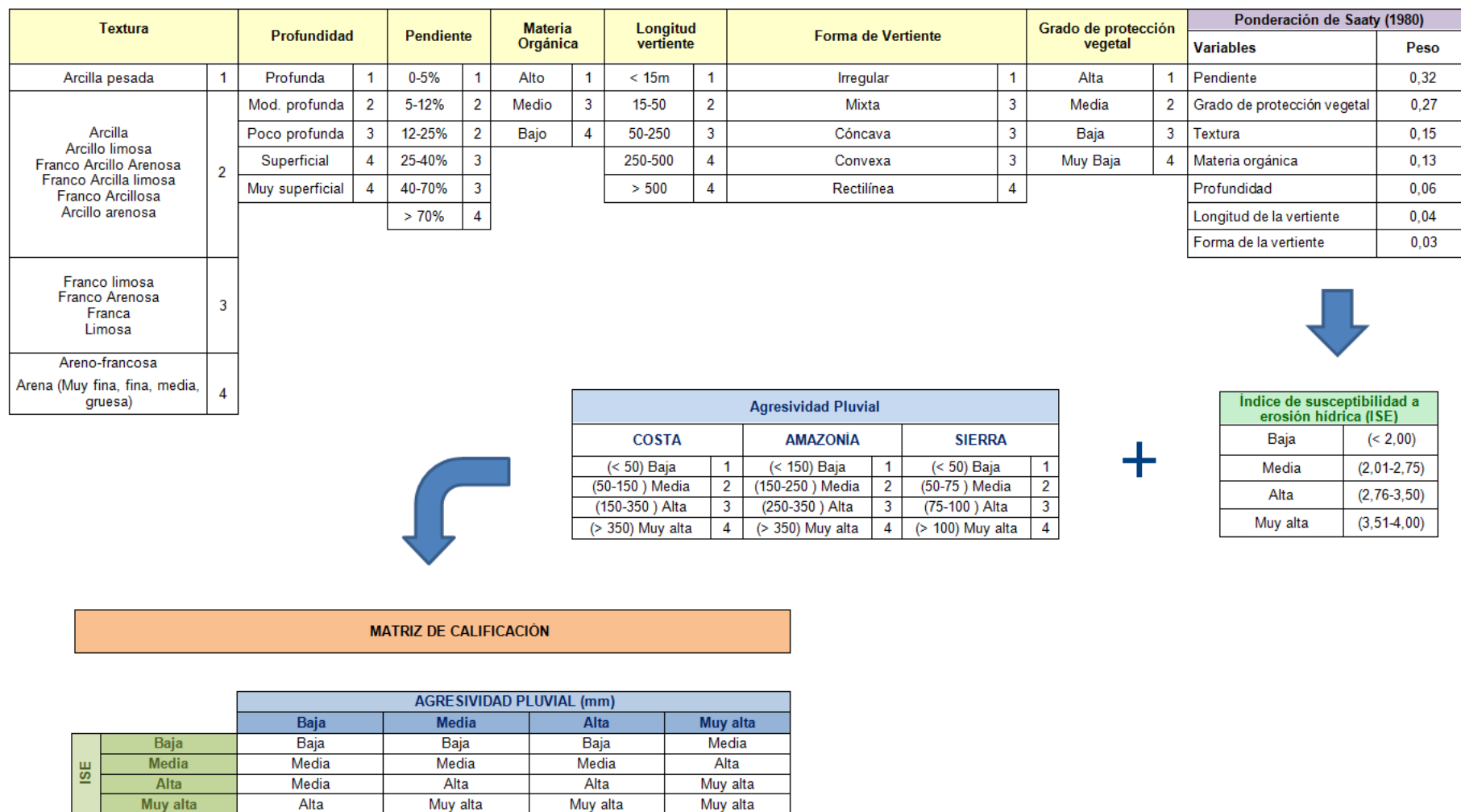


índice se basa en el hecho de que no sólo el mes de mayor precipitación produce erosión superficial, sino que hay meses con menores cantidades de precipitación que también pueden producir erosión (Echeverri y Moncayo, 2010). Los valores de precipitación anual y mensual necesarios para el cálculo han sido procesados por el IEE a partir de los datos provistos por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) del Gobierno de Ecuador.

La descripción más detallada de la metodología empleada en la elaboración de la cartografía temática sobre amenaza a erosión hídrica se puede consultar en el documento denominado "Metodología\_Amenaza\_Erosión\_Hídrica".

En el Gráfico 2.5 se presenta un resumen de todas las variables empleadas en el cálculo de la amenaza a erosión hídrica, así como de los valores numéricos otorgados a las diferentes variables, de forma que al combinar todos estos valores es posible, finalmente, llegar a una clasificación de las clases de amenaza a erosión hídrica en cada una de las unidades edáficas estudiadas.

Gráfico 2.5. Resumen gráfico de las variables empleadas en el modelo para el cálculo de la amenaza a erosión hídrica de los suelos



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015. Adaptado del IEE-MAGAP-SINAGAP, 2012.

### 2.6.3. Descripción de la clasificación de la Amenaza a erosión hídrica

Tal y como se ha explicado en el apartado anterior, el cálculo final de la Amenaza a erosión hídrica resulta de la combinación del Índice de susceptibilidad a la erosión y el de agresividad pluvial en una matriz de decisión de doble entrada, previa clasificación de los dos parámetros de forma independiente. Así, en el Cuadro 2.11 se detallan los valores del Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica; mientras que en el Cuadro 2.12 se resumen los valores de la agresividad pluvial, distinguiendo en este último caso los criterios seguidos para las regiones de Costa, Sierra y Amazonía.

**Cuadro 2.11. Clasificación de los valores del Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica**

| Índice de Susceptibilidad a la Erosión hídrica (ISE) | Rango*    |
|------------------------------------------------------|-----------|
| Baja                                                 | < 2,00    |
| Media                                                | 2,01-2,75 |
| Alta                                                 | 2,76-3,50 |
| Muy alta                                             | 3,51-4,00 |

Fuente: IEE-MAGAP-SINAGAP, 2012.

\*Este número se obtiene como resultado de la ponderación de los valores de cada uno de los factores considerados más influyentes sobre la vulnerabilidad a la erosión hídrica de los suelos, calificados, a su vez, por un índice del 1 al 4 en función de su valor.

**Cuadro 2.12. Clasificación de la agresividad pluvial, calculada a partir del Índice Modificado de Fournier (IMF), y distinguiendo entre las regiones de Costa, Sierra y Amazonía**

| Índice |          | Agresividad pluvial (mm de precipitación) |          |           |
|--------|----------|-------------------------------------------|----------|-----------|
|        |          | Costa                                     | Sierra   | Amazonía  |
| 1      | Baja     | < 50                                      | < 50     | < 150     |
| 2      | Media    | 50 - 150                                  | 50 - 75  | 150 - 250 |
| 3      | Alta     | 150 - 350                                 | 75 - 100 | 250 - 350 |
| 4      | Muy alta | >350                                      | >100     | >350      |

Fuente: IEE-MAGAP-SINAGAP, 2012.

Una vez combinada la información de los dos índices (Cuadro 2.13) se obtiene la clasificación final de la Amenaza a la erosión hídrica, en la que se establecen 4 categorías, que hacen referencia a suelos cuya amenaza a la erosión hídrica puede variar desde baja a muy alta.

**Cuadro 2.13. Matriz de calificación de la Amenaza a erosión hídrica a partir del Índice de susceptibilidad a la erosión y de la agresividad pluvial**

|     |          | AGRESIVIDAD PLUVIAL |          |          |          |
|-----|----------|---------------------|----------|----------|----------|
|     |          | Baja                | Media    | Alta     | Muy alta |
| ISE | Baja     | Baja                | Baja     | Baja     | Media    |
|     | Media    | Media               | Media    | Media    | Alta     |
|     | Alta     | Media               | Alta     | Alta     | Muy alta |
|     | Muy alta | Alta                | Muy alta | Muy alta | Muy alta |

Fuente: IEE-MAGAP-SINAGAP, 2012.

Existe una quinta clase de Amenaza a la erosión hídrica, correspondiente a los suelos en los que no existe amenaza. Esta clase está formada por una serie de geoformas a las que, debido a su génesis deposicional, se les asigna directamente la categoría de Sin erosión, sin necesidad de realizar ninguno de los cálculos descritos anteriormente (por ejemplo, laguna colmatada, hondonadas pantanosas de origen glaciario-periglaciario, depresión de decantación, etc.).

En el Cuadro 2.14 se explican de forma sucinta las principales características de las tierras incluidas en cada una de las clases de amenaza a la erosión hídrica.

**Cuadro 2.14. Resumen de las clases de Amenaza a erosión hídrica de los suelos**

| Etiqueta           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sin erosión</b> | Unidades de estudio que se encuentran ubicadas en su gran mayoría dentro de las unidades geomorfológicas que comprenden: niveles planos y ondulados, bancos, <i>basins</i> , meandros y cauces abandonados. Su geología corresponde a depósitos aluviales y zonas que durante la época invernal son generalmente propensos a inundaciones por desbordamiento y anegamiento, motivos por los cuales no es posible distinguir la amenaza por erosión hídrica, sino más bien por colmatación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Baja</b>        | Unidades de estudio que se presentan bajo tres condiciones: 1. El análisis de los factores en estudio califican a la unidad con una susceptibilidad muy baja a la erosión hídrica pero al momento de combinarla con el índice más alto de agresividad pluvial pasa a tener una condición baja; 2. Cuando la combinación de sus características morfométricas (rango de pendiente y longitud de vertiente), morfológicas (forma de vertiente), físico-químicas de suelo (textura superficial, profundidad efectiva y materia orgánica) y de grado de protección vegetal, presentan un bajo índice de susceptibilidad a la erosión que, al ser analizada con los índices intermedios de agresividad pluvial, mantiene una amenaza baja a la erosión hídrica; y 3. Al combinar los factores mencionados da una susceptibilidad media que, al combinarla con un índice más bajo de agresividad pluvial, toma una calificación de amenaza a erosión hídrica baja. |
| <b>Media</b>       | Unidades de estudio que se presentan bajo tres condiciones: 1. El análisis de los factores en estudio califican a la unidad con una susceptibilidad baja a la erosión hídrica que, al momento de combinarla con el índice más alto de agresividad pluvial, pasa a tener una condición de media; 2. Cuando la combinación de sus características morfométricas (rango de pendiente y longitud de vertiente), morfológicas (forma de vertiente), físico-químicas de suelo (textura superficial, profundidad efectiva y materia orgánica) y de grado de protección vegetal, presentan un índice medio de susceptibilidad a la erosión que, al ser analizada con los índices intermedios de agresividad pluvial, mantiene una amenaza media a la erosión hídrica; y 3. Al combinar los factores mencionados da una susceptibilidad alta que, junto con el índice más bajo de agresividad pluvial, adquiere una calificación de amenaza a erosión hídrica media.  |

| Etiqueta            | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alta</b>         | Unidades de estudio que se presentan bajo dos condiciones: 1. El análisis de los factores en estudio califican a la unidad con una susceptibilidad media a la erosión hídrica que, al momento de combinarla con el índice más alto de agresividad pluvial, pasa a tener una calificación de alta; y 2. Cuando la combinación de sus características morfométricas (rango de pendiente y longitud de vertiente), morfológicas (forma de vertiente), físico-químicas de suelo (textura superficial, profundidad efectiva y materia orgánica) y de grado de protección vegetal, presentan un índice alto de susceptibilidad a erosión y, al ser analizada con los tres últimos índices de agresividad pluvial, mantiene una amenaza alta a la erosión hídrica. |
| <b>No aplicable</b> | Para unidades no consideradas como unidades de suelo, adquiridas de la cartografía base, entre las que se incluyen principalmente centros poblados y cuerpos de agua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

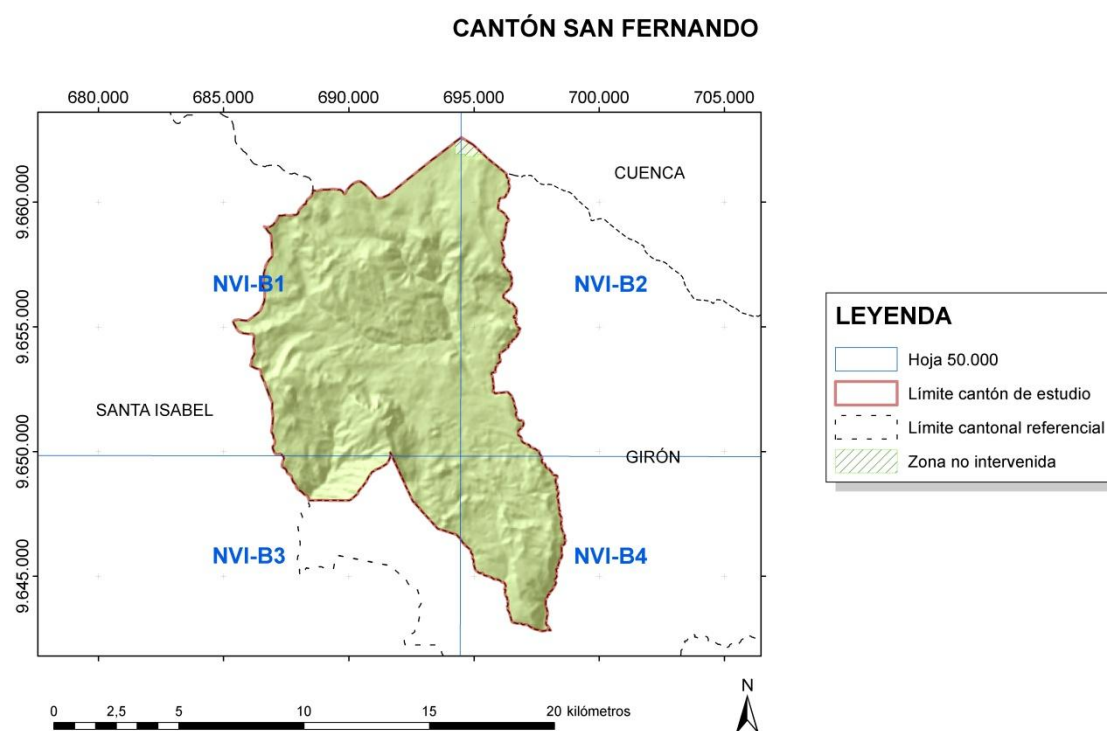
Fuente: Geopedología y Amenazas Geológicas. Componente 2. CLIRSEN, 2011a.

### 3. LEVANTAMIENTO GEOPEDOLÓGICO

#### 3.1. Datos de campo

El cantón San Fernando se encuentra contenido entre cuatro cartas u hojas topográficas del Instituto Geográfico Militar-IGM denominadas San Fernando NVI-B1, Girón NVI-B2, Santa Isabel NVI-B3 y Yaritzagua NVI-B4 como se muestran en la siguiente Figura 3.1:

Figura 3.1. Ubicación del cantón San Fernando en relación a las hojas topográficas del IGM, escala 1:50.000



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

El cantón San Fernando presenta una extensión total de aproximadamente 14.113 ha que corresponden al total del área de estudio del presente proyecto, por lo que las cifras porcentuales, parciales o totales, que se presentan en esta memoria, aunque siempre estarán referidas al total del área de estudio, corresponden en realidad al total de la superficie del cantón.

**Cuadro 3.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas, superficie muestreada por tipología de muestreo**

| Nombre IGM<br>hoja 1:50m | Código<br>IGM hoja<br>1:50m | Fechas de<br>intervención | Número de<br>Calicatas** | Superficie<br>intervenida total<br>(ha) | % de Superficie<br>intervenida* |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|
| San Fernando             | NVI-B1                      | 5 al 13 del 09 de 2014    | 8                        | 8.492                                   | 60,17                           |
| Girón                    | NVI-B2                      | 20 al 26 del 09 de 2014   | 1                        | 2.330                                   | 16,51                           |
| Yaritzagua               | NVI-B4                      | 13 al 23 del 09 de 2014   | 7                        | 2.150                                   | 15,23                           |
| Santa Isabel             | NVI-B3                      | 2 al 12 del 09 de 2014    | 0                        | 1.142                                   | 8,09                            |
| <b>Total</b>             |                             |                           | <b>16</b>                | <b>14.113</b>                           | <b>100</b>                      |

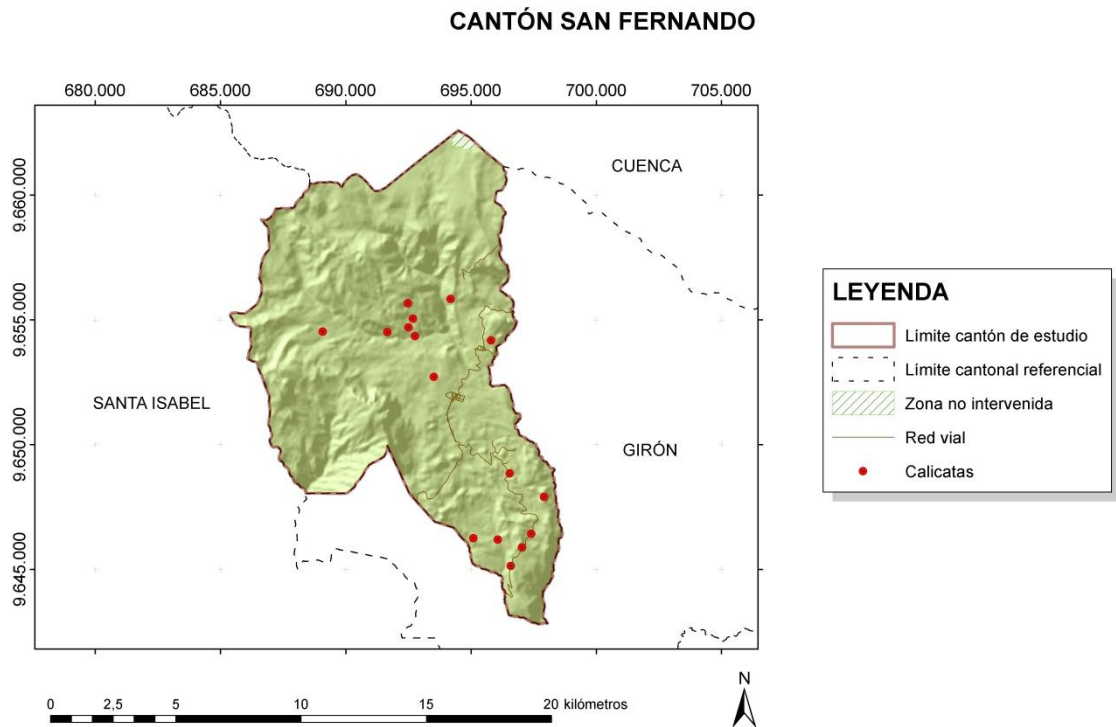
\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

\*\* Cartas sin calicatas pueden darse por diversos motivos: área pequeña, inaccesibilidad, entre otros.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Para la caracterización del Mapa Geopedológico a escala 1:25.000 del cantón San Fernando se realizó la descripción de 16 perfiles dentro del territorio entre el 2 de septiembre y el 26 de septiembre de 2014, de los cuales se han usado 15 para dotar de información al mapa y 1, la denominada calicata secundaria, para complementar dicha información. También se han utilizado 30 perfiles localizados en los cantones circundantes. En la Figura 3.2 se muestra la ubicación de los sitios de muestreo localizados dentro del cantón. Las fichas correspondientes a cada uno de estos perfiles, con toda la información de campo y de laboratorio, aparecen recogidas en el Anexo 5.

**Figura 3.2. Ubicación de los sitios de descripción y perfiles muestreados**



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 3.2. Resultados generales

El apartado de resultados se estructura siguiendo el esquema jerárquico adoptado en la elaboración de la leyenda geopedológica que acompaña al mapa, pero reflejando en los epígrafes sólo sus tres primeros aspectos: dominio fisiográfico, contexto morfológico y régimen de temperatura del suelo. A continuación se describen los subgrupos de suelos presentes en el cantón, organizados según órdenes, donde se concretan el resto de aspectos geomorfológicos y climáticos que han conducido a la clasificación final. Los números que acompañan a cada descripción son los mismos números utilizados en la representación cartográfica y hacen referencia a los distintos tipos de suelos que aparecen en cada una de las unidades edáficas definidas en la zona de estudio.

La categorización de todas las variables edáficas usadas en la descripción de los tipos de suelo puede consultarse en el Anexo 3.

A continuación se describen los subgrupos de suelos encontrados en el caso específico de San Fernando. Este cantón se ubica en la región Sierra y presenta tres dominios fisiográficos:

- Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real
- Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas
- Medio aluvial de Sierra

### 3.2.1. Dominio Fisiográfico: Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el Sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos Cordilleras Andinas, Occidental y Oriental. La altitud es el primer punto en común a esos paisajes que alcanzan los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, mientras que sus límites inferiores son todavía muy elevados, oscilan, como promedio, entre 3.300 y 3.400 msnm en la zona Norte del país y entre 3.100 y 3.200 msnm hacia Amaluza, en el Sur. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean –los páramos- y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino y que llega a descender hasta los 2.800 msnm. Los grandes edificios volcánicos quedan integrados dentro de otro dominio formando así el Sistema Volcánico.

#### 3.2.1.1. Paisajes glaciares

Se presenta en las tierras más frías de las Cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, a las que a veces se llegan a superponer otras formas provenientes del periglacialismo actual.

En este contexto, donde se describen Andisols, existe recubrimiento de cobertura piroclástica.

##### 3.2.1.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido

El régimen de temperatura isofrígido indica temperaturas de menos de 10°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. Los suelos isofrígidos pueden también tener un régimen de temperatura cryico (FAO, 2009).

#### i. Andisols

##### a) *Typic Melanocryands* (1, 2, 3, 4, 9, 10, 13, 14, 15)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), a partir de depósitos de ladera coluvial (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), depósitos coluvio aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques) y depósitos glaciares (Till, tillita. depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), dentro de las geoformas denominadas: interfluvio de cimas estrechas, interfluvio de cimas redondeadas, nicho de nivación, vertiente de valle glaciar, vertiente heterogénea, coluvión antiguo, coluvio-aluvial antiguo, morrena lateral, en pendientes medias (>12-25%), medias a fuertes (>25-40%) y fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw/2BC, moderadamente profundo (100 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón melánico (A) de 70 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 30 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Finalmente un horizonte (2BC) de 40 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/4), textura franca en campo y estructura tipo masiva con bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato, siendo esta su principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 434 ha que representa el 3,07% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F2-84-0057.

#### *b) Typic Melanocryands (5)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada superficie inclinada, en pendientes medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2C1/2C2, moderadamente profundo (70 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón melánico (A) de 70 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo subangulares a granular, reacción al NaF fuerte. A continuación un horizonte (2C1) de 20 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura arena media en campo, estructura tipo grano simple y abundantes piedras. Finalmente un horizonte (2C2) de 60 cm de espesor, color pardo grisáceo (10YR 5/2), textura arena gruesa en campo, estructura tipo masiva porosa y abundantes piedras.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. Estos suelos presentan una alta fijación de fosfato, siendo ésta su principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 30 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_D4-90-0030.

#### *c) Typic Melanocryands (6)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada superficie volcánica ondulada, en pendientes suaves (>5-12%).



Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2C, poco profundo (45 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón melánico (A) de 45 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular, reacción al NaF media. Finalmente un horizonte (2C) de 50 cm de espesor, color amarillo-parduzco (10YR 6/8), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fósforo, siendo esta su principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es muy lenta (<1,5 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 317 ha que representa el 2,25% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-97-0034.

#### *d) Typic Melanocryands (7)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente de valle glaciar, en pendientes muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2C1/2C2, moderadamente profundo (90 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón melánico (A) de 45 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF media. Subyace un (2C1) de 45 cm de espesor, color pardo pálido (10YR 6/3), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un (2C2) de 50 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/4), y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fósforo. La principal característica es presencia de epipedón melánico y estar ubicado en régimen isofrío.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 17 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F1-97-0056.

#### *e) Typic Melanocryands (8)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente de valle glaciar, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw/Cr/R, moderadamente profundo (70 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón melánico (A) de 50 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 20 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Continúa un (Cr) de 20 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/6). Finalmente un (R) de 0 cm de espesor, color gris claro (2.5Y 7/2).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/ cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es presencia de epipedón melánico y estar ubicado en régimen isofrío.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 84 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F3-90-0040.

#### *f) Typic Melanocryands (11, 12)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes medias a fuertes (>25-40%) y fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw/C, moderadamente profundo (75 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón melánico (A) de 75 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo granular, reacción al NaF ligera. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 10 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Finalmente un (C) de 25 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/6), textura arena en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/ cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es presencia de epipedón melánico y estar ubicado en régimen isofrío.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 56 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F3-90-0042

#### *g) Typic Melanocryands (16, 17, 18)*

Estos suelos están desarrollados a partir de los depósitos glaciares (Till, tillita y depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con

fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), dentro de las geoformas denominadas morrena de fondo y fondo de valle glaciar, en pendientes medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2Cr/3Cr, poco profundo (30 cm) a esta profundidad presenta, bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón melánico (A) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares con granular, reacción al NaF fuerte. Subyace un (2Cr) de 30 cm de espesor, color pardo-amarillento claro (2.5Y 6/3). Finalmente un (3Cr) de 60 cm de espesor, color gris (5Y 6/1).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases media. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/ cm<sup>3</sup> y alta fijación de fósforo. La principal característica es presencia de epipedón melánico y estar ubicado en régimen isofrío.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es muy lenta (< 1,5 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 158 ha que representa el 1,12% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F3-90-0041.

### 3.2.1.1.2 Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico

El régimen de temperatura isomésico indica temperaturas de 10 a 13°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (FAO, 2009).

#### i. Andisols

##### a) *Typic Hapludands* (19, 20)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava) y a partir de depósitos glaciares (Till, tillita. depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), dentro de las geoformas denominadas vertiente heterogénea y morrena lateral en pendientes medias a fuertes (>25-40%) y fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2C/2Cr, moderadamente profundo (65 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (A) de 28 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular, reacción al NaF fuerte. Subyace un horizonte (2C) de 37 cm de espesor, color pardo pálido (10YR 6/3), textura arena media en campo y estructura tipo grano simple. Finalmente un horizonte (2Cr) de 75 cm de espesor, color pardo muy pálido (10YR 8/2).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación

de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a  $0,9 \text{ g/cm}^3$  y alta fijación de fosfato, siendo esta su principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 78 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B3-97-0021.

### **3.2.1.2. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas**

Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas suavemente onduladas y rebajadas, normalmente con cumbres e interfluvios anchos y redondeados, de los que emergen localmente salientes rocosos, sus vertientes muestran pendientes moderadas y enlazan suavemente con hondonadas de carácter pantanoso. Guarda ciertos aspectos que se asemejan con los paisajes glaciares (valles ensanchados, acumulaciones morrénicas, circos y nichos de paredes suavizadas) y otros rasgos de carácter volcánico, junto con las marcas de una posterior acción fluvial: erosión lineal por encajamiento de la red fluvial y captura de algunas de las depresiones pantanosas. En los bordes de algunos conjuntos glaciares, así como en las cumbres de las vertientes amazónicas, este contexto se muestra esencialmente como un conjunto de afloramientos rocosos, a veces con formas de crestas y cuchillas, con laderas cubiertas de conos y taludes de derrubios.

La cota superior de este contexto coincide con el límite inferior de los Paisajes glaciares, mientras que su límite inferior presenta variaciones notables: se puede encontrar a 3.200, a 3.000, o incluso a 2.800 msnm.

En este contexto, donde se describen Andisols, existe recubrimiento de cobertura piroclástica.

#### **3.2.1.2.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido**

El régimen de temperatura isofrígido indica temperaturas de menos de  $10^\circ\text{C}$ , entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. Los suelos isofrígidos pueden también tener un régimen de temperatura cryico (FAO, 2009).

##### **i. Andisols**

###### *a) Typic Melanocryands (21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 41, 43)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno, depósitos coluvio aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques) y depósitos glaciares (Till, tillita. depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), dentro de las geoformas denominadas interfluvio de cimas redondeadas, superficie inclinada disectada, vertiente de valle glacial, vertiente heterogénea, coluvión antiguo, coluvión



reciente y valle glaciar colgado, en pendientes suaves (>5-12%), medias(>12-25%), medias a fuertes (>25-40%) y fuertes (>40-70%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 494 ha que representa el 3,50% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F2-84-0057.

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 1.

#### *b) Typic Melanocryands (30)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente heterogénea, en pendientes medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2/Bw, profundo (150 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón melánico (A1) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular, reacción al NaF fuerte. Subyace un epipedón melánico (A2) de 45 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw) de 75 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/4), textura arcillosa en campo y estructura tipo bloques angulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fósforo, siendo esta su principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es lenta (1,5 a 5 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 55 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑV\_C1-98-0009.

#### *c) Typic Melanocryands (31, 32, 33, 37, 39)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), depósitos coluvio aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloque), dentro de las geoformas denominadas: colada de lava antigua, vestigios de edificios volcánicos, coluvión reciente y coluvio-aluvial reciente, en pendientes suaves (>5-12%), medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 1.333 ha que representa el 9,44% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-97-0034.

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 6.

#### d) *Typic Melanocryands (40, 42)*

Estos suelos están desarrollados sobre depósitos glaciares (Till, tillita y depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino), dentro de las geoformas denominadas morrena lateral y fondo de valle glaciar, en pendientes medias (>12-25%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 72 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F3-90-0041.

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 16.

#### e) *Typic Melanocryands (44, 45)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos superficiales (depósitos superficiales indiferenciados), dentro de la geoforma denominada hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial, en pendientes muy suaves (>2-5%) y suaves (>5-12%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2/2Cr, moderadamente profundo (60 cm), bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón melánico (A1) de 20 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un epipedón melánico (A2) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Finalmente un (2Cr) de 5 cm de espesor, color amarillo (10YR 7/8).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/ cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es presencia de epipedón melánico y estar ubicado en régimen isofrío.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad es muy lenta (< 1,5 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 196 ha que representa el 1,39% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F3-94-0039.

## ii. Inceptisols

#### a) *Andic Humicryepts (23)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada superficie inclinada, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/C1/C2/2Bw/3C3, profundo (30 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón melánico (A) de 30 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Subyace un (C1) de 25 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/8), textura franco-arcillosa y estructura tipo grano simple, reacción al NaF ligera. Continúa un (C2) de 13 cm de espesor, color pardo-

amarillento (10YR 5/4), textura arena en campo y estructura tipo grano simple. Continúa un horizonte cámbico (2Bw) de 37 cm de espesor, color amarillo-parduzco (10YR 6/6), textura arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un (3C3) de 35 cm de espesor, color pardo-amarillento claro (10YR 6/4), textura arcillo-arenosa en campo y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases media. La densidad aparente es menor a 1 g/cm<sup>3</sup>. La principal característica es presencia de epipedón úmbrico y estar ubicado en un régimen isofrígido, adicional presenta una densidad aparente de menos de 1 g/cm<sup>3</sup> y una reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es muy lenta (< 1,5 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 145 ha que representa el 1,03% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F3-89-0035.

### iii. Mollisols

#### a) *Cumulic Haplocryolls* (38)

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos coluvio aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial reciente, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2/2C1/2C2, moderadamente profundo (70 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (A1) de 35 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A2) de 35 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un (2C1) de 35 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura arcillo-arenosa en campo y estructura tipo masiva. Finalmente un (2C2) de 10 cm de espesor, color gris muy oscuro (5Y 3/1), textura areno-francosa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica de estos suelos es mostrar un epipedón mólico de 40 cm o más de espesor y textura más fina que la areno-francosa.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 6 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F3-89-0038.

### 3.2.1.2.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico

El régimen de temperatura isomésico indica temperaturas de 10 a 13°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (FAO, 2009).

#### i. Andisols

##### a) *Typic Hapludands* (46, 47, 48)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava) y a partir de depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de las geoformas denominadas vertiente heterogénea, superficie inclinada y coluvión antiguo, en pendientes medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/2Cr, poco profundo (25 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 25 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Finalmente un horizonte (2Cr) de 105 cm de espesor, color gris claro (2.5Y 7/1), presencia de muchos moteados de color amarillo-rojizo (7.5YR 6/8).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fósforo, siendo esta la principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 355 ha que representa el 2,51% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-89-0020.

### 3.2.1.3. Relieves de los márgenes de cimas frías

Este contexto representa la articulación de las tierras frías andinas con las vertientes externas (dominios Vertientes externas de la Cordillera Occidental y Vertientes externas de la Cordillera Real) y con las Vertientes Interandinas (dominio Vertientes y relieves de las Cuencas Interandinas). En definitiva, través de este contexto se enlazan los modelados glaciares y periglaciares con el inicio de la disección lineal de las vertientes.

Este enlace representa un límite muy marcado en el primer caso, con las vertientes andinas exteriores, ya que da origen a un abrupto de perfil rectilíneo y pendiente muy pronunciada, cuyo desnivel relativo llega a alcanzar los 400 m. Por el contrario, los límites son mucho menos claros y precisos con las vertientes interandinas, que se traduce a menudo en una transición gradual.

En este contexto, donde se describen Andisols, existe recubrimiento de cobertura piroclástica.

### 3.2.1.3.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isofrígido

El régimen de temperatura isofrígido indica temperaturas de menos de 10°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. Los suelos isofrígidos pueden también tener un régimen de temperatura cryico (FAO, 2009).

#### i. Andisols

##### a) *Typic Melanocryands* (49)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares, en pendientes muy fuertes (>70-100%).

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 153 ha que representa el 1,08% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NV\_F2-84-0057.

Este perfil se puede consultar en la unidad edáfica N° 1.

### 3.2.1.3.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico

El régimen de temperatura isomésico indica temperaturas de 10 a 13°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (FAO, 2009).

#### i. Andisols

##### a) *Typic Hapludands* (50)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Saraguro (Piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfíricas) alternantes), dentro de la geoforma denominada vertiente heterogénea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/2Bw2/2BC, profundo (125 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 21 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo granular, reacción al NaF media. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 21 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillosa y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte cámbico (2Bw2) de 26 cm de espesor, color rojo-amarillento (5YR 5/8), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (2BC) de 57 cm de espesor, color rojo claro (2.5YR 6/6), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo masiva con bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fósforo, siendo esta su principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 729 ha que representa el 5,16% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B3-97-0005.

*b) Alic Hapludands (52, 58)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de las geoformas denominadas vertiente rectilínea e interfluvio de cimas redondeadas en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Oi/A1/A2/2Bw/2Bt1/2Bt2, poco profundo (30 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un horizonte de materiales fíbricos (Oi) de 10 cm de espesor. Subyace un epipedón úmbrico (A1) de 20 cm de espesor, color negro (7.5YR 2.5/1), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo granular, reacción al NaF media. Continúa un epipedón úmbrico (A2) de 10 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/2), textura franca en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Continúa un horizonte cámbico (2Bw) de 30 cm de espesor, color pardo-rojizo (5YR 4/4), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte argílico (2Bt1) de 25 cm de espesor, color rojo-amarillento (5YR 4/6), textura arcilla pesada y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera, presencia de revestimientos de arcilla, localizados en las caras del agregado y abundancia mucha. Finalmente un horizonte argílico (2Bt2) de 35 cm de espesor, color pardo-rojizo (5YR 4/4), textura arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera, presencia de revestimientos de arcilla, localizados en las caras del agregado y abundancia abundante.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH muy ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es que contienen más de 2 cmol/kg de Al<sup>3+</sup> en un horizonte con más de 10 cm de espesor en los primeros 100 cm de profundidad.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 257 ha que representa el 1,83% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-85-0100.

*c) Typic Hapludands (53)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada interfluvio de cimas redondeadas, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw1/2Bw2/2Cr, poco profundo (22 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón úmbrico (A) de 22 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/3), textura franca y estructura tipo bloques subangulares con granular, reacción al NaF media. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 43 cm de espesor, color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media, presencia de

revestimientos de arcilla y humus (materia orgánica), localizados en las caras del agregado y abundancia común. Continúa un horizonte cámbico (2Bw2) de 55 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 3/4), textura franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (2Cr) de 20 cm de espesor, color pardo-rojizo oscuro (5YR 3/4).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases media. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fósforo, siendo esta su principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 16 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B3-89-0031.

#### *d) Pachic Melanudands (54, 59)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea con abruptos y relieve volcánico colinado alto, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/(A/C)/2C, profundo (135 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón melánico (A) de 70 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franca y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Subyace un epipedón úmbrico (A/C) de 65 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte cámbico (2C) de 5 cm de espesor, color pardo (10YR 5/3), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fósforo. La principal característica es presentan un contenido de 6% o más de carbono orgánico y colores con value y chroma de 2 ó menos en una capa de 50 cm o más de espesor.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 140 ha que representa el 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-89-0036.

#### *e) Pachic Melanudands (57)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares, en pendientes muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2/BA/2Bw/2C, poco profundo (33 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón melánico (A1) de 33 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón melánico (A2) de 19 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), presencia de moteados de color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Continúa un horizonte (BA) de 18 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), presencia de moteados de color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Continúa un horizonte cámbico (2Bw) de 25 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/6), presencia de moteados de abundancia común y color pardo (10YR 4/3), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Finalmente un horizonte (2C) de 35 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/4), presencia de moteados de abundancia pocos y color rojo-amarillento (5YR 5/8), textura arena gruesa en campo y estructura tipo grano simple.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es que presentan un contenido de 6% o más de carbono orgánico y colores con value y chroma de 2 ó menos en una capa de 50 cm o más de espesor.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 1.098 ha que representa el 7,78% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-ÑV\_E1-90-0001.

#### *f) Acrudoxic Hapludands (60)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea con fuerte disección, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2Ab/3Bw, moderadamente profundo (90 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón úmbrico (A) de 30 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-limosa en campo y estructura tipo granular, reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón úmbrico (2Ab) de 60 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Finalmente un horizonte cámbico (3Bw) de 45 cm de espesor, color amarillo (10YR 8/8), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es que contienen menos de 2 cmol/kg de bases más aluminio en un horizonte de 30 cm o más.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 81 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-89-0037.

#### *g) Pachic Melanudands (62)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos de ladera (derrumbe) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño), dentro de la geoforma denominada depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/2C, poco profundo (45 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón melánico (Ap) de 50 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura arcilla pesada y estructura tipo granular y bloques subangulares, reacción al NaF fuerte. Finalmente un horizonte (2C) de 85 cm de espesor, color pardo fuerte (7.5YR 4/6), textura franco-arcillosa y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es presentan un contenido de 6% o más de carbono orgánico y colores con value y chroma de 2 ó menos en una capa de 50 cm o más de espesor.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 65 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-97-0041.

#### *h) Alic Hapludands (65, 68, 70)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de las geoformas denominadas macrocoluvión y coluvión antiguo, en pendientes medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/2Bw1/3Bw2/3Cr, superficial (12 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 12 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular, reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón úmbrico (A) de 33 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF media. Continúa un horizonte cámbico (2Bw1) de 35 cm de espesor, color amarillo-parduzco (10YR 6/8), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques angulares. Continúa un horizonte cámbico (3Bw2) de 25 cm de espesor, color gris-oliva (5Y 4/2), textura areno-francosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (3Cr) de 35 cm de espesor, color amarillo-parduzco (10YR 6/6).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH muy ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es que contienen más de 2 cmol/kg de Al<sup>3+</sup> en un horizonte con más de 10 cm de espesor en los primeros 100 cm de profundidad.

Se localizan en régimen de humedad údico y las velocidades de infiltración de esta unidad de suelos es lenta (1,5 a 5 mm/h), y moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 589 ha que representa el 4,17% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-85-0057.

#### *i) Typic Hapludands(66)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geoforma denominada coluvión antiguo, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A1/A2/Bw/2Cr, profundo (110 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (A1) de 50 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF media. Subyace un epipedón mólico (A2) de 30 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares a granular, reacción al NaF ligera. Continúa un horizonte cámbico (Bw) de 30 cm de espesor, color gris claro (10YR 7/2), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (2Cr) de 40 cm de espesor, color gris-parduzco claro (10YR 6/2).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato, siendo esta su principal característica.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 143 ha que representa el 1,01% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B3-89-0028.

#### *j) Pachic Melanudands (67)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geoforma denominada coluvión antiguo, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2Bw, moderadamente profundo (80 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón melánico (A) de 80 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF

fuerte. Finalmente un horizonte cámbico (2Bw) de 50 cm de espesor, color rojo-amarillento (5YR 5/8), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases baja. Tienen una densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup> y alta fijación de fosfato. La principal característica es presentan un contenido de 6% o más de carbono orgánico y colores con value y chroma de 2 ó menos en una capa de 50 cm o más de espesor.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 202 ha que representa el 1,43% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-89-0038.

## ii. Inceptisols

### a) *Humic Dystrudepts* (51)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada interfluvio de cimas estrechas, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Cr, superficial (20 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (A) de 20 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo granular. Finalmente un horizonte (Cr) de 110 cm de espesor, y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH muy ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón úmbrico.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 34 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-85-0060.

### b) *Humic Dystrudepts* (55, 56)

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Saraguro (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente abrupta, en pendientes muy fuertes (>70-100%), escarpadas (>100-150%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw/Cr, moderadamente profundo (100 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (A) de 45 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 55 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/6), textura

franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (Cr) de 45 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases alta. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 38 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B3-89-0026.

#### *c) Andic Dystrudepts (61, 63)*

Estos suelos están desarrollados a partir de los depósitos de ladera (derrumbe) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño), dentro de la geoforma denominada depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes medias a fuertes (>25-40%), muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bw, poco profundo (40 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 40 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares, reacción al NaF ligera. Subyace un epipedón úmbrico (A) de 40 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw) de 40 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), textura franco-arcillo-limosa en campo y estructura tipo masiva con bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases media. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, adicional muestra una densidad aparente de menos de 1g/cm<sup>3</sup> y una reacción al NaF ligera o más alta.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 236 ha que representa el 1,67% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-89-0039.

#### *d) Ruptic-Ultic Dystrudepts (64)*

Estos suelos están desarrollados a partir de los depósitos de ladera (derrumbe) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño), dentro de la geoforma denominada depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2/BC, superficial (20 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 20 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 28 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura arcillosa y estructura tipo bloques angulares, presencia de revestimientos de arcilla, localizados en las caras del agregado y abundancia común. Continúa un horizonte cámbico (Bw2) de 32 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques angulares, presencia de revestimientos de arcilla, localizados en las caras del agregado y abundancia común. Finalmente un horizonte cámbico (BC) de 60 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo masiva con bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases baja. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, adicional presenta un horizonte kándico degradado con menos del 35% de saturación de bases a una profundidad de 125 cm.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 62 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B3-85-0024.

#### e) *Dystric Eutrudepts* (69)

Estos suelos están desarrollados a partir de los depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geoforma denominada coluvión antiguo, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/2Ab, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (A) de 50 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un epipedón mólico (2Ab) de 80 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franca y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es tener una saturación de bases superior al 60% en algún horizonte comprendido entre 25 y 75 cm de profundidad, adicional no presenta carbonatos libres entre la superficie y una profundidad de 100 cm.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 13 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B3-89-0027.

### **3.2.2. Dominio fisiográfico: Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas**

Incluido dentro del estrecho corredor interandino, este dominio, fragmentado y discontinuo, incluye a las zonas más elevadas de dicho pasillo o depresión. Los relieves superiores del mismo llegan a contactar con el dominio de Cimas frías, en clara ruptura de pendiente con él. Los relieves inferiores, por su parte, enlazan con el otro dominio del corredor interandino, los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas. La dirección meridiana, N-S, que presenta en la zona septentrional de la Sierra, pasa a direcciones NO-SE y NNE-SSO en la zona central. Hacia la parte meridional de la Sierra, la Cordillera Real queda como la única franja continua de relieve y el corredor interandino, muy desdibujado.

#### **3.2.2.1. Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con parcial cobertura piroclástica (Sierra Central y Meridional)**

Da lugar al conjunto más elevado que se puede diferenciar en las cuencas interandinas de, especialmente, la Sierra Central. Aparece en las partes altas de los valles de los ríos Jubones, León y Paute, en el conjunto de relieves elevados de las cuencas de Cuenca-Azogues, Sigsig-Gualaceo, Azogues-Biblián y Cañar, así como en el valle de Girón-Santa Isabel. Las máximas altitudes del contexto alcanzan los 3.200-3.300 msnm, con límites inferiores muy variables según las diferentes zonas, que llega a descender a 1.600 msnm (en la terminación meridional de la depresión de los ríos León y Jubones).

Los modelados dominantes originan vertientes rectilíneas, con grado de disección variable y fuertes pendientes. Especialmente en las inmediaciones de Azogues y Cuenca, el contexto se emplaza sobre la Formación Tarqui, formación sometida a una intensa disección por una red hidrográfica apenas jerarquizada, y cuyos afloramientos destacan con frecuencia por las antiguas alteraciones que presenta, rojas y potentes.

##### **3.2.2.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico**

El régimen de temperatura isotérmico indica temperaturas de 13 a 21°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (FAO, 2009).

#### **i. Inceptisols**

##### **a) *Vertic Dystrustepts* (74)**

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada interfluvio de cimas estrechas, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/C1/C2/C3, superficial (12 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 12 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/6), textura arcilla pesada y

estructura tipo prismática subangular. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 20 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/8), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (C1) de 28 cm de espesor, color pardo fuerte (7.5YR 5/8), textura arcilla pesada y estructura tipo masiva, presencia de revestimientos de caras de fricción, con intersección parcial, localizados en las caras del agregado y abundancia poca. Continúa un horizonte (C2) de 50 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura arcillosa en campo y estructura tipo masiva, presencia de revestimientos de caras de fricción, sin intersección, localizados en las caras del agregado y abundancia poca. Finalmente un horizonte (C3) de 35 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura arcillosa en campo y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases baja. La principal característica es la saturación de bases inferior al 60%, adicional muestra grietas superficiales en época seca.

Se localizan en régimen de humedad ústico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 136 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-85-0067.

#### *b) Humic Dystrudepts (75)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente heterogénea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A1/A2/C, superficial (20 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 20 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular. Subyace un epipedón úmbrico (A1) de 25 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un epipedón úmbrico (A2) de 65 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo prismática subangular. Finalmente un horizonte (C) de 60 cm de espesor, y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 77 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B2-85-0114.

### *c) Humic Dystrudepts(77)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente heterogénea, en pendientes medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw1/Bw2, profundo (120 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (A) de 40 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 50 cm de espesor, color pardo fuerte (7.5YR 5/6), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 30 cm de espesor, color pardo fuerte (7.5YR 5/8), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderada (20 a 65 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 280 ha que representa el 1,99% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-89-0044.

### *d) Humic Dystrustepts (78)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente heterogénea, en pendientes medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/BC/C, moderadamente profundo (75 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 12 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón úmbrico (A) de 28 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franca y estructura tipo bloques angulares. Continúa un horizonte cámbico (BC) de 35 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/6), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques angulares. Finalmente un horizonte (C) de 35 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 4/4), y estructura tipo masiva porosa.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases media. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón úmbrico.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderada (20 a 65 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 442 ha que representa el 3,13% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-85-0066.

*e) Humic Dystrudepts (79)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/2C/2Cr, moderadamente profundo (75 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 35 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 40 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C) de 45 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/4). Finalmente un horizonte (2Cr) de 30 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases alta. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 140 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B2-100-0010.

*f) Humic Eutrudepts (80)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw/2C/2Cr, moderadamente profundo (90 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 20 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un (Bw) de 25 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (2C) de 45 cm de espesor, color amarillo (10YR 7/6). Finalmente un horizonte (2Cr) de 40 cm de espesor, color amarillo-parduzco (10YR 6/8).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases alta. La principal característica es tener una saturación de bases



superior al 60% en algún horizonte comprendido entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 48 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B2-100-0015.

#### *g) Humic Dystrudepts (81, 84, 85, 88)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), depósitos coluvio aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques) y depósitos fluvio lacustres, dentro de las geoformas denominadas macrocoluvión, depresión lagunar, coluvio-aluvial antiguo en pendientes planas (0-2%), medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/2Ab/2Bw1/2Bw2, superficial (18 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 18 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un epipedón úmbrico (A) de 27 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un epipedón úmbrico (2Ab) de 27 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte cámbico (2Bw1) de 23 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo bloques angulares. Finalmente un horizonte cámbico (2Bw2) de 20 cm de espesor, color pardo-amarillento (10YR 5/6), textura arcillosa en campo y estructura tipo bloques angulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases media. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón úmbrico.

Se localizan en régimen de humedad údico y las velocidades de infiltración de esta unidad de suelos es moderada (20 a 65 mm/h), y moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 2.686 ha que representa el 19,02% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-85-0058.

En esta unidad edáfica existe una inclusión con características específicas que se detallan a continuación:

- Pachic Hapludolls CSp-NVI\_B4-89-0046

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/A/Bc, moderadamente profundo (60 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 30 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3),

textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (A) de 30 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura arcillosa y estructura tipo bloques angulares. Finalmente un horizonte cámbico (BC) de 50 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/4), textura arcillosa en campo y estructura tipo bloques angulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es poseen un mólico con textura más fina que la arena francosa fina que tiene más de 40 cm de espesor si el régimen de temperatura es frígido o más de 50 cm de espesor con cualquier otro régimen de temperatura.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

#### *h) Humic Dystrudepts(82)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos de ladera (derrumbe) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño), dentro de la geoforma denominada depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/BC/C, poco profundo (40 cm) a esta profundidad presenta abundantes piedras, bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (BC) de 45 cm de espesor, color pardo-grisáceo (10YR 5/2), textura arcillo-arenosa en campo y estructura tipo bloques subangulares y angulares. Finalmente un horizonte (C) de 65 cm de espesor, color gris-parduzco claro (10YR 6/2), textura arcillo-arenosa en campo y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases media. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón úmbrico.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 109 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-89-0053.

#### *i) Humic Eutrudepts (83)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos de ladera (derrumbe) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño), dentro de la geoforma denominada depósitos de deslizamiento, masa deslizada, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/2Ab/2Bw, profundo (130 cm), bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón ócrico (Ap) de 45 cm de espesor, color pardo (10YR 4/3), textura franco-arcillo-

arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un epipedón mólico (2Ab) de 35 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (2Bw) de 50 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura arcillosa en campo y estructura tipo bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases alta. La principal característica es tener una saturación de bases superior al 60% en algún horizonte comprendido entre 25 y 75 cm de profundidad.

Se localizan en régimen de humedad údico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente rápida (65 a 150 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 493 ha que representa el 3,49% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B2-100-0013.

#### *k) Humic Dystrustepts (86, 87)*

Estos suelos están desarrollados a partir de los depósitos de ladera (coluvial) (Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno), dentro de la geoforma denominada coluvión antiguo, en pendientes medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/C, poco profundo (35 cm), moderadamente drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 35 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura arcillosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Finalmente un horizonte (C) de 80 cm de espesor, color amarillo-parduzco (10YR 6/6).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases baja. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón úmbrico.

Se localizan en régimen de humedad ústico y las velocidades de infiltración de esta unidad de suelos son: lenta (1,5 a 5 mm/h), y moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 197 ha que representa el 1,40% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-85-0065.

## **ii. Mollisols**

#### *a) Vertic Haplustolls (71, 72)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Saraguro (Piroclastos, tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfíricas) alternantes), dentro de la geoforma denominada vertiente heterogénea, en pendientes fuertes (>40-70%), muy fuertes (>70-100%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bt/C1/C2, profundo (140 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (A) de 45 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura franco-arcillosa y estructura tipo masiva con bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 40 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (C1) de 25 cm de espesor, color gris muy oscuro (10YR 3/1), textura arcillosa en campo y estructura tipo masiva con bloques subangulares. Finalmente un horizonte (C2) de 30 cm de espesor, color pardo-grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco-arcillo-arenosa en campo y estructura tipo masiva y desmenuzable.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases alta. La principal característica es presencia en el perfil de un epipedón mólico, adicional presenta grietas dentro de los 125 cm de profundidad o agregados en forma de cuña cuyo límite superior se encuentra antes de los 125 cm.

Se localizan en régimen de humedad ústico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 193 ha que representa el 1,37% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-89-0061.

#### *b) Lithic Haplustolls (73)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Saraguro (Piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfíricas) alternantes), dentro de la geoforma denominada vertiente rectilínea, en pendientes medias a fuertes (>25-40%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/R, poco profundo (22 cm) a esta profundidad presenta contacto lítico, excesivamente drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 22 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Finalmente un horizonte (R) de 28 cm de espesor, color pardo (10YR 5/3).

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH prácticamente neutro; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases alta. La principal característica es presencia en el perfil de un epipedón mólico, adicional presentan un contacto lítico antes de 50 cm de profundidad.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderada (20 a 65 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 93 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-89-0056.

#### *c) Typic Haplustolls (76)*

Estos suelos están desarrollados sobre la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava), dentro de la geoforma denominada vertiente heterogénea, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw/Cr/R, moderadamente profundo (70 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (A) de 25 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 45 cm de espesor, color pardo-amarillento oscuro (10YR 3/4), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo bloques subangulares. Continúa un horizonte (Cr) de 25 cm de espesor. Finalmente un horizonte (R) de 20 cm de espesor.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ligeramente ácido; con niveles medios de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases alta. La principal característica es presencia en el perfil de un epipedón mólico.

Se localizan en régimen de humedad ústico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 55 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-89-0047.

### **3.2.3. Dominio fisiográfico: Medio aluvial de Sierra**

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la Región Sierra.

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales) se incluyen dentro del contexto morfológico en que se emplacen, salvo que manifiesten continuidad con el resto del sistema fluvial y atraviesen más de un contexto morfológico.

#### **3.2.3.1. Medio aluvial de Sierra**

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.3.

##### **3.2.3.1.1. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isomésico**

El régimen de temperatura isomésico indica temperaturas de 10 a 13°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (FAO, 2009).

#### **i. Inceptisols**

##### *a) Humic Dystrudepts (89)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos coluvio aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial antiguo, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2, poco profundo (45 cm) a esta profundidad presenta dominantes cantos grandes, bien drenado y de escorrentía lenta. Muestra un epipedón úmbrico (Ap) de 18 cm de espesor, color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo granular. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 27 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arcillosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 30 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura franco-arcillosa en campo y estructura tipo masiva con bloques subangulares.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón úmbrico.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 27 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-97-0042.

#### *b) Humic Dystrudepts (90)*

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos coluvio aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial reciente, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/Bw/C, poco profundo (25 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón úmbrico (A) de 25 cm de espesor, color negro (10YR 2/1), textura franco-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw) de 43 cm de espesor, color pardo-grisáceo oscuro (10YR 4/2), textura franco-arcillo-arenosa y estructura tipo granular y bloques subangulares. Finalmente un horizonte (C) de 42 cm de espesor, color amarillo-parduzco (10YR 6/8), textura areno-francosa en campo y estructura tipo masiva porosa.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH muy ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases baja. La principal característica es tener una saturación de bases inferior al 60% en todos los horizontes comprendidos entre 25 y 75 cm de profundidad, el carácter húmico viene definido por la presencia de un epipedón úmbrico.

Se localizan en régimen de humedad údico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue seco.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 91 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B1-85-0059.

### 3.2.3.1.2. Suelos desarrollados sobre régimen de temperatura isotérmico

El régimen de temperatura isotérmico indica temperaturas de 13 a 21°C, entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año (FAO, 2009).

#### i. Mollisols

##### a) *Entic Haplustolls* (92)

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos coluvio aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial reciente, en pendientes fuertes (>40-70%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo A/AC/C, poco profundo (35 cm), bien drenado y de escorrentía rápida. Muestra un epipedón mólico (A) de 20 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura arcillosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte (AC) de 15 cm de espesor, color pardo oscuro (10YR 3/3), textura arcillo-arenosa en campo y estructura tipo masiva con bloques subangulares. Finalmente un horizonte (C) de 60 cm de espesor, color oliva pálido (5Y 6/4), presencia de moteados de abundancia común y color amarillo-rojizo (5YR 6/8), textura arcillo-arenosa en campo y estructura tipo masiva.

Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH medianamente ácido; con niveles bajos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es presencia en el perfil de un epipedón mólico, adicional no poseen un cámbico y debajo del mólico (25cm) no reúnen los requisitos del cámbico, excepto el color o tienen carbonatos libres a través del cámbico a partir de una profundidad de 25 cm.

Se localizan en régimen de humedad ústico. En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 118 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-89-0069.

#### ii. Inceptisols

##### a) *Vertic Dystrustepts* (91)

Estos suelos están desarrollados a partir de la depósitos coluvio aluviales (Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques), dentro de la geoforma denominada coluvio-aluvial antiguo, en pendientes medias (>12-25%).

Las características morfológicas y físicas de este Subgrupo taxonómico presentan un perfil tipo Ap/Bw1/Bw2, poco profundo (24 cm) a esta profundidad presenta toxicidad alta por aluminio o acidez libre, bien drenado y de escorrentía normal. Muestra un epipedón mólico (Ap) de 24 cm de espesor, color pardo oscuro (7.5YR 3/3), textura arcillo-limosa y estructura tipo bloques subangulares. Subyace un horizonte cámbico (Bw1) de 46 cm de espesor, color pardo-rojizo (5YR 5/3), textura arcilla pesada y estructura tipo bloques angulares (de forma de cuña). Finalmente un horizonte cámbico (Bw2) de 55 cm de espesor, color pardo-rojizo (5YR 4/4), textura arcillo-limosa en campo y estructura tipo bloques angulares.



Los resultados de laboratorio indican que son suelos de pH ácido; con niveles altos de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media y la saturación de bases alta. La principal característica es la saturación de bases inferior al 60%, adicional muestra grietas superficiales en época seca.

Se localizan en régimen de humedad ústico y la velocidad de infiltración de esta unidad de suelos es moderadamente lenta (5 a 20 mm/h). En el momento de la descripción el grado de humedad del suelo fue levemente húmedo.

Estos suelos ocupan una superficie aproximada de 51 ha que representa menos del 1% del área de estudio total. El perfil modal se identifica con el código CSp-NVI\_B4-89-0045.

### 3.3. Resumen de resultados

El cantón San Fernando ocupa 14.113 ha, coincidiendo con la superficie de estudio (Figura 3.1), y en él aparecen representados por tres dominios fisiográficos: Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, Vertientes y Relieves de Cuencas Interandinas y Medio aluvial de Sierra.

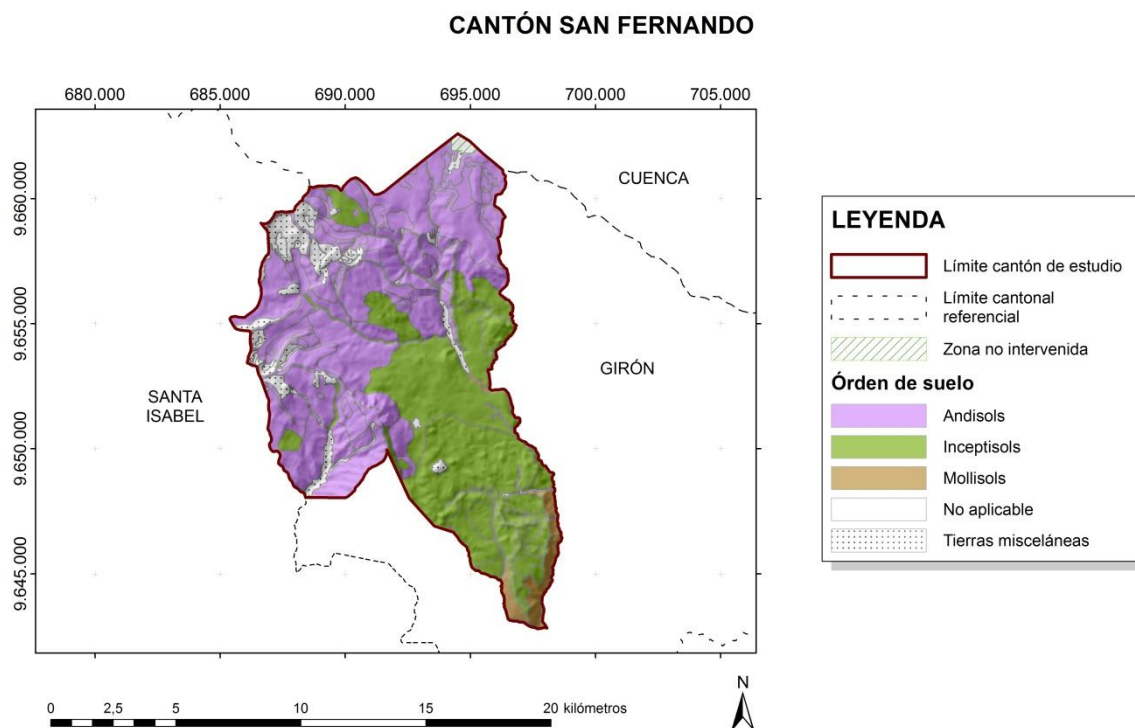
El dominio fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real ocupa casi la totalidad del cantón. Dentro de este dominio se puede diferenciar una zona más elevada, ubicada al norte del cantón, con régimen de temperatura isofrígido y régimen de humedad údico, donde domina claramente el orden de suelos Andisols acompañado del Inceptisols.

La zona central y centro-sur, con dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, corresponde a la zona de transición del régimen de humedad ústico a údico, con un régimen de temperatura isotérmico, donde observamos los siguientes tipos de orden de suelos, Inceptisols y Mollisols.

En el cantón se describe también la presencia del dominio fisiográfico Medio aluvial de Sierra, aunque se reduce a una superficie muy escasa. Se distribuye a lo largo de valles fluviales orientados en dirección sur-norte, con régimen de humedad isomésico y régimen de temperatura isotérmico, siendo en su mayoría zonas caracterizadas como Tierras misceláneas.

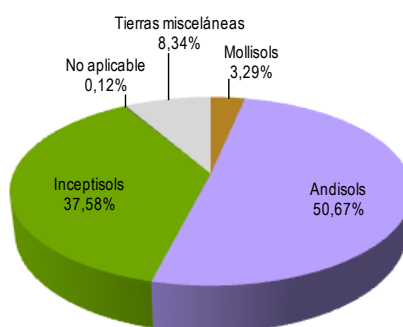
En líneas generales, tal como se muestra en el Gráfico 3.1 y Cuadro 3.2, puede decir que en el cantón San Fernando predominan los suelos del orden Andisols con 7.151 ha (50,67%), seguidos por el orden Inceptisols con 5.304 ha (37,58%) y el orden Mollisols con 465 ha (3,29%). Por su parte, las tierras misceláneas suman un total de 1.194 ha (8,46%).

Figura 3.3. Ubicación de los diferentes órdenes de suelos en el cantón San Fernando



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Gráfico 3.1 Representación de la distribución porcentual de los órdenes de suelos en el cantón San Fernando



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

**Cuadro 3.2. Órdenes de suelos en el cantón San Fernando**

| Orden de Suelo<br>(SSS-USDA, 2006) | Superficie aproximada |            |
|------------------------------------|-----------------------|------------|
|                                    | ha                    | %*         |
| Andisols                           | 7.151                 | 50,67      |
| Inceptisols                        | 5.304                 | 37,58      |
| Mollisols                          | 465                   | 3,29       |
| No aplicable <sup>1</sup>          | 17                    | 0,12       |
| Tierras misceláneas <sup>2</sup>   | 1.177                 | 8,34       |
| <b>Total</b>                       | <b>14.113</b>         | <b>100</b> |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie del área de estudio

<sup>1</sup>No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.)

<sup>2</sup>Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 3.3.1. Andisols

Son suelos relativamente jóvenes de origen volcánico (ceniza, vidrio, piedra pómez, lava u otros) y caracterizados por presentar materiales de fácil alteración, dominados por aluminosilicatos que forman materiales como alófana, imogolita o complejos metal-humus. Las características distintivas son la densidad aparente menor a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, retención de fósforo de 85% o más y otras, dentro de al menos los 60 cm superiores del suelo.

Los subgrupos correspondientes al orden Andisols encontrados en el cantón pertenecen a dos subórdenes y tres grandes grupos como se muestra en el Cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3 Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Andisols en el cantón San Fernando**

| Orden        | Suborden | Gran Grupo    | Subgrupo             | ha           | %*           |
|--------------|----------|---------------|----------------------|--------------|--------------|
| Andisols     | Udands   | Melanudands   | Pachic Melanudands   | 1.505        | 10,67        |
|              |          | Hapludands    | Typic Hapludands     | 1.320        | 9,35         |
|              |          |               | Alic Hapludands      | 846          | 6,00         |
|              |          |               | Acrudoxic Hapludands | 81           | 0,57         |
|              | Cryands  | Melanocryands | Typic Melanocryands  | 3.398        | 24,08        |
| <b>Total</b> |          |               |                      | <b>7.151</b> | <b>50,67</b> |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente un 50,67% del área total de estudio y se distribuyen a lo largo de todo el cantón en el dominio fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, en los contextos morfológicos de Paisajes glaciares, Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas y Relieves de los márgenes de cimas frías, perteneciente a las geoformas denominadas: vertientes de valle glaciar,

interfluvio de cimas redondeadas, nicho de nivación, superficie inclinada, superficie volcánica ondulada, vertiente heterogénea, vertiente rectilínea, coluvión antiguo, coluvio-aluvial antiguo, fondo de valle glaciar, morrena lateral, colada de lava antigua, superficie inclinada disectada, vestigios de edificios volcánicos, coluvión reciente, coluvio-aluvial reciente, valle glaciar colgado, hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial, vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares, relieve volcánico colinado alto, vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares, vertiente rectilínea con abruptos, vertiente rectilínea con fuerte disección, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, macrocoluvión, interfluvio de cimas estrechas, morrena de fondo y relieve volcánico colinado alto.

Las características generales de los grandes grupos, identificados en el cantón se describen a continuación:

#### **3.3.1.1. Melanocryands**

Otro gran grupo del orden de los Andisols caracterizado por ubicarse en clima frío correspondiente al régimen de temperatura del suelo isofrío. En el perfil se identifica un horizonte superficial de color muy oscuro, potente y alto contenido de carbono orgánica denominado melánico.

#### **3.3.1.2. Hapludands**

Los suelos de esta categoría se ubican en régimen de humedad del suelo ústico, presentan una densidad aparente menor a  $0.9 \text{ g/cm}^3$  y alta retención de fósforo.

#### **3.3.1.3. Melanudands**

Los suelos de este gran grupo se ubican en clima frío correspondiente al régimen de humedad del suelo údico en cuyo perfil se identifica un horizonte superficial de color muy oscuro potente y alto contenido de carbono orgánica denominado melánico.

### **3.3.2. Inceptisols**

Corresponde a suelos jóvenes con un débil pero notable grado de desarrollo del perfil, que presentan ya sea un epipedón úmbrico o un horizonte cámbico.

Los subgrupos correspondientes al orden Inceptisols encontrados en el cantón pertenecen a dos subórdenes y tres grandes grupos como se muestra en el Cuadro 3.4.

**Cuadro 3.4 Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Inceptisols en el cantón San Fernando**

| Orden        | Suborden | Gran Grupo   | Subgrupo                 | ha           | %*           |
|--------------|----------|--------------|--------------------------|--------------|--------------|
| Inceptisoles | Udepts   | Dystrudepts  | Humic Dystrudepts        | 3.481        | 24,67        |
|              |          |              | Andic Dystrudepts        | 236          | 1,67         |
|              |          |              | Ruptic-Ultic Dystrudepts | 62           | 0,44         |
|              |          | Eutrudepts   | Humic Eutrudepts         | 540          | 3,83         |
|              |          |              | Dystric Eutrudepts       | 13           | 0,09         |
|              | Ustepts  | Dystrustepts | Humic Dystrustepts       | 639          | 4,52         |
|              |          |              | Vertic Dystrustepts      | 187          | 1,32         |
|              | Cryepts  | Humicryepts  | Andic Humicryepts        | 145          | 1,03         |
|              |          |              |                          | <b>5.304</b> | <b>37,58</b> |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Representan aproximadamente un 37,58% del área total del estudio y se distribuyen en la parte central y oriental del cantón, en los dominios fisiográficos de Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas y Medio aluvial de Sierra; en los contextos morfológicos de Relieves de los márgenes de las cimas frías, Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con parcial cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional), Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas y Medio aluvial de Sierra, en las siguientes geoformas: interfluvio de cimas estrechas, vertiente abrupta, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, coluvión antiguo, vertiente heterogénea, macrocoluvión, coluvio-aluvial antiguo, coluvio-aluvial reciente, depresión lagunar y superficie inclinada.

Las características generales de los grandes grupos se describen a continuación:

### 3.3.2.1. Dystrudepts

Este gran grupo del orden de los Inceptisols se ubica en el régimen de humedad del suelo údico una de las características principales de estos suelos es que el porcentaje de saturación con bases se ubica por debajo del 60%.

### 3.3.2.2. Eutrudepts

Este gran grupo del orden de los Inceptisols se ubica en el régimen de humedad del suelo údico una de las características principales de estos suelos es el nivel alto de saturación de bases (mayor del 60%).

### 3.3.2.3. Dystrustepts

Este gran grupo del orden de los Inceptisols se ubica en el régimen de humedad del suelo ústico una de las características principales de estos suelos es que el porcentaje de saturación con bases se ubica por debajo del 60%.

### 3.3.2.4. Humicryepts

Gran Grupo del orden de los Inceptisols caracterizado por ubicarse en clima frío correspondiente al régimen de temperatura del suelo isofrígido y que poseen un epipedón mólico o úmbrico.

### 3.3.3. Mollisols

Suelos caracterizados por presentar colores oscuros, firmes a friables, ricos en compuestos orgánicos superficiales (epipedón mólico), con tendencia natural fértil y poseen una alta saturación de bases.

Los subgrupos correspondientes al orden Mollisols encontrados en el cantón pertenecen a un suborden y un gran grupo como se muestra en el Cuadro 3.5.

**Cuadro 3.5. Diferentes subgrupos encontrados dentro del orden Mollisols en el cantón San Fernando**

| Orden        | Suborden | Gran Grupo   | Subgrupo             | ha         | %*          |
|--------------|----------|--------------|----------------------|------------|-------------|
| Mollisols    | Ustolls  | Haplustolls  | Vertic Haplustolls   | 193        | 1,37        |
|              |          |              | Entic Haplustolls    | 118        | 0,84        |
|              |          |              | Lithic Haplustolls   | 93         | 0,66        |
|              |          |              | Typic Haplustolls    | 55         | 0,39        |
|              | Cryolls  | Haplocryolls | Cumulic Haplocryolls | 6          | 0,04        |
| <b>Total</b> |          |              |                      | <b>465</b> | <b>3,29</b> |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Los Mollisols representan el 3,29% del total del área de estudio, en los dominios fisiográficos de Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Medio aluvial de Sierra y Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real; en los contextos morfológicos Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional), Medio aluvial de Sierra y Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas; en las siguientes geoformas: vertiente abrupta con fuerte disección, vertiente rectilínea, vertiente heterogénea y coluvio-aluvial reciente.

Las características generales del gran grupo identificado se describen a continuación.

### 3.3.3.1. Haplustolls

Gran grupo del orden de los Mollisols se ubica en régimen de humedad ústico e incluye en el perfil un epipedón mólico.

### 3.3.3.2. Haplocryolls

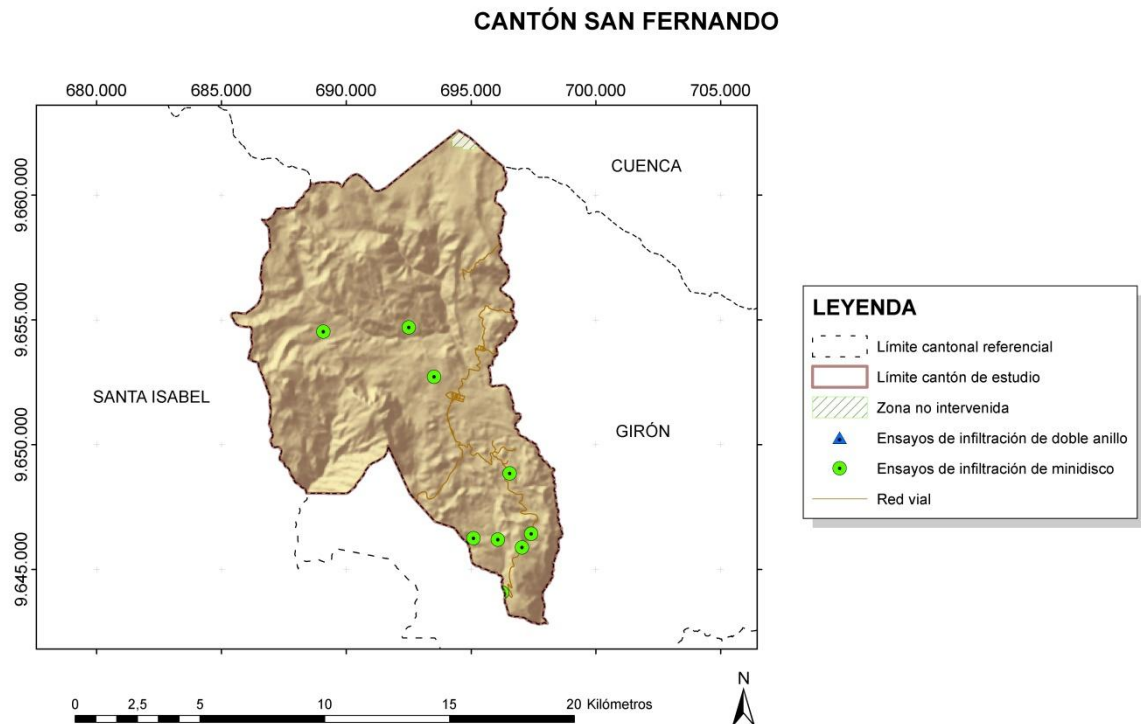
Este gran grupo taxonómico se ubica en clima frío correspondiente al régimen de temperatura del suelo isofrígido. Incluye en el perfil un epipedón mólico.

## 4. VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN

### 4.1. Datos de campo

Para la caracterización del Mapa de Velocidad de infiltración a escala 1:25.000 del cantón San Fernando se realizaron ocho pruebas de infiltración entre el 2 y 26 de septiembre de 2014. En la Figura 4.1 se muestra la ubicación de cada uno de ellos.

Figura 4.1 Ubicación de los sitios donde se realizaron los ensayos de infiltración



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Como se muestra en el Cuadro 4.1, todos los ensayos realizados en el presente cantón se han llevado a cabo utilizando el dispositivo de minidisco (Decagon Devices, 2012). También en el presente cuadro se detallan las hojas en las que se localizan los puntos del ensayo.

**Cuadro 4.1. Nombres de las hojas intervenidas, fechas y tipología de ensayo de infiltración realizado**

| Nombre IGM<br>hoja 1:50.000m | Código IGM hoja<br>1:50.000 | Fechas de intervención | Número de<br>ensayos* | ENSAYOS DE INFILTRACIÓN |              |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------|
|                              |                             |                        |                       | Minidisco               | Doble anillo |
| San Fernando                 | NVI_B1                      | 2 al 20 del 09 de 2014 | 3                     | 3                       | 0            |
| Girón                        | NVI_B2                      | -                      | 0                     | 0                       | 0            |
| Yaritzagua                   | NVI_B4                      | 2 al 20 del 09 de 2014 | 5                     | 5                       | 0            |
| Santa Isabel                 | NVI_B3                      | -                      | 0                     | 0                       | 0            |
| <b>Total</b>                 |                             |                        | <b>8</b>              | <b>8</b>                | <b>0</b>     |

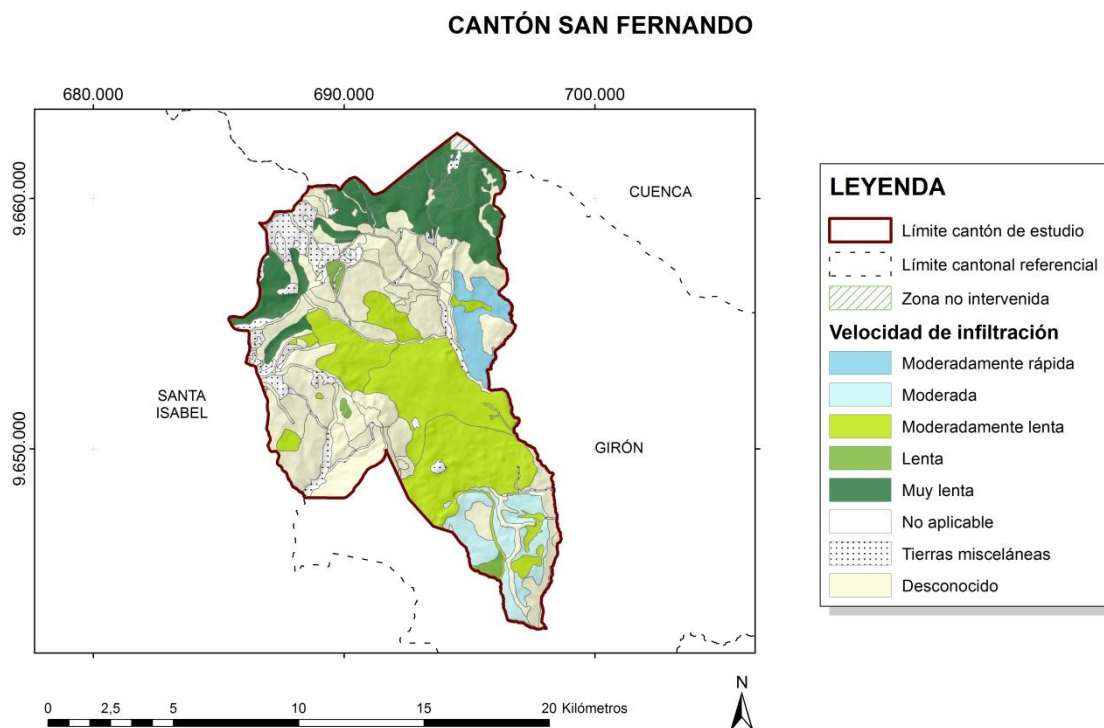
\* Cartas sin ensayos pueden darse por diversos motivos: suelo saturado, pendientes fuertes, entre otros.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 4.2. Resultados

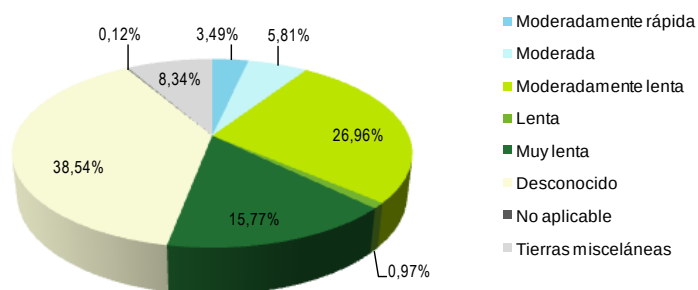
En la Figura 4.2 se presenta el mapa temático general del cantón San Fernando, en el que se detallan las diferentes clases de velocidad de infiltración hídrica identificadas. A partir de este mapa es posible obtener información estadística y realizar un análisis descriptivo de la infiltración en el cantón. Las superficies ocupadas por cada una de estas clases así como sus porcentajes respecto al área de estudio, se detallan el Gráfico 4.1 y Cuadro 4.2.

Figura 4.2. Mapa de Velocidad de infiltración determinada en los suelos del cantón



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

Gráfico 4.1. Distribución porcentual de las clases de velocidad de infiltración hídrica de los suelos en el cantón San Fernando



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

**Cuadro 4.2 Rangos de velocidad de infiltración del cantón San Fernando**

| Velocidad de infiltración        | Rangos (mm/h) | Superficie (ha) | Superficie (%)* |
|----------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Muy lenta                        | < 1, 5        | 2.226           | 15,77           |
| Lenta                            | 1, 5 a 5      | 137             | 0,97            |
| Moderadamente lenta              | 5 a 20        | 3.804           | 26,96           |
| Moderada                         | 20 a 65       | 820             | 5,81            |
| Moderadamente rápida             | 65 a 150      | 493             | 3,49            |
| Desconocido <sup>1</sup>         | -             | 5.439           | 38,54           |
| No aplicable <sup>2</sup>        | -             | 17              | 0,12            |
| Tierras misceláneas <sup>3</sup> | -             | 1.177           | 8,34            |
| <b>Total</b>                     |               | <b>14.113</b>   | <b>100</b>      |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

<sup>1</sup> Desconocido: la unidad edáfica está caracterizada por una calicata que carece de datos de infiltración (suelos en condiciones de saturación hídrica, entre otros).

<sup>2</sup> No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.).

<sup>3</sup> Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 4.3. Resumen de resultados

En el cantón San Fernando se han identificado cinco tipos de velocidad de infiltración: Moderadamente rápida, Moderada, Moderadamente lenta, Lenta, Muy Lenta.

#### 4.3.1. Velocidad de Infiltración Muy lenta

La velocidad de infiltración muy lenta ocupa 2.226 ha, lo que representa el 15,77% de la superficie total del cantón. Esta clase se localiza en varios sectores, pero fundamentalmente al noroeste y noreste del mismo; dentro del dominio fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, y las geoformas denominadas vestigios de edificios volcánicos, colada de lava antigua, coluvión reciente, hondonadas pantanosas de origen glaciario-periglaciario, superficie volcánica ondulada, superficie inclinada, morrena lateral, fondo de valle glaciario, morrena de fondo y coluvio-aluvial reciente, con pendientes variadas desde muy suave (>2-5%), suave (>5-12%), media (>12-25%) y media a fuerte (>25-40%).

Los subgrupos taxonómicos para esta categoría corresponden a Typic Melanocryands, Andic Humicryepts y Cumulic Haplocryolls. Las texturas superficiales son franco-arenosas, francas y franco-arcillo-arenosas.

En el caso de los suelos en los que la velocidad de infiltración se ha descrito como Muy lenta a pesar de que las clases texturales son franco-arenosas y franco-arcillo-arenosas, esta aparente incoherencia de los datos puede deberse a la existencia de horizontes compactados debido a la labor del suelo o al pastoreo. También en el caso de los Andisols, debido a que se trata de suelos cuyos horizontes superficiales presentan altos contenidos de materia orgánica, esta velocidad de infiltración lenta puede justificarse por la repelencia hídrica inducida por algunos compuestos orgánicos o por las cenizas volcánicas.

#### **4.3.2. Velocidad de Infiltración Lenta**

La velocidad de infiltración Lenta con 137 ha, representa menos del 1% de la superficie total y se encuentra localizada en el norte y sur del cantón en pequeñas extensiones; en los dominios fisiográficos Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas y Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, en las geoformas de coluvión antiguo y vertiente heterogénea, caracterizadas por pendientes medias a fuertes (>25-40%).

Los subgrupos taxonómicos para esta categoría corresponden a Humic Dystrustepts, Alic Hapludands y Typic Melanocryands; siendo sus texturas superficiales son arcillosas y franco-arenosas.

#### **4.3.3. Velocidad de Infiltración Moderadamente lenta**

Esta clase ocupa 3.804 ha aproximadamente, representando 26,96% del área de estudio. Se trata de la clase que predomina en el cantón, se ubica en los dominios fisiográficos Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Medio aluvial de Sierra y Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, en las geoformas coluvio-aluvial antiguo, coluvión antiguo, depósitos de deslizamiento, masa deslizada, macrocoluvión y superficie inclinada; con pendientes medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%).

En cuanto a los subgrupos taxonómicos para esta categoría se encontró Humic Dystrustepts, Vertic Dystrustepts, Ruptic-Ultic Dystrustepts, Alic Hapludands, Humic Eutrustepts, Typic Melanocryands y Andic Dystrustepts, estos presentaron unas texturas superficiales franco-arenosas, arcillosas y arcillo-limosas.

#### **4.3.4. Velocidad de Infiltración Moderada**

La velocidad de infiltración Moderada ocupa 820 ha, lo que representa el 5,81% de la superficie total y se encuentra en la parte centro sur del cantón en su mayoría; se desarrolla dentro del dominio fisiográfico de Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, en las geoformas denominadas vertiente heterogénea, vertiente rectilínea y depresión lagunar, con una pendiente media a fuerte (>25-40%), salvo para la geoforma de depresión lagunar que presenta pendiente plana (0-2%).

Los subgrupos taxonómicos para esta categoría corresponden a Humic Dystrustepts y Lithic Haplustolls y sus texturas superficiales corresponden a franco-arcillo-arenosas, franco-arenosas y arcillosas.

#### **4.3.5. Velocidad de Infiltración Moderadamente rápida**

La velocidad de infiltración Moderadamente rápida ocupa 493 ha, lo que representa el 3,49% de la superficie total. Esta clase se localiza en la parte oriental del cantón en el dominio fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, dentro de la geoforma de depósitos de deslizamiento o masa deslizada, caracterizadas por pendientes medias (>12-25%).

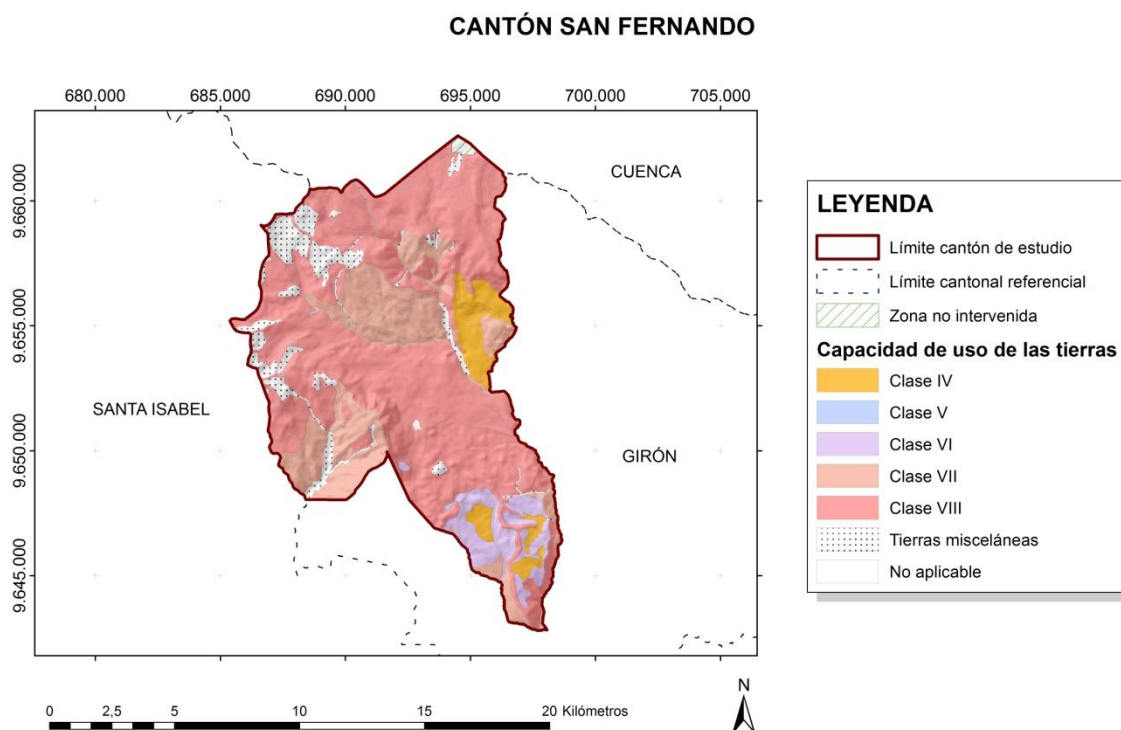
El subgrupo taxonómico para esta categoría corresponde a Humic Eutrudepts y sus texturas superficiales corresponden a franco-arcillo-arenosas.

## 5. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

### 5.1. Resultados generales

Como producto de esta fase de trabajo, se obtiene un mapa temático general del cantón San Fernando, con contenidos en detalle de todas las clases de capacidad de uso de las tierras (Figura 5.1). Este producto es la base para extraer información, que será presentada en una serie de cuadros y gráficos en este y los subsiguientes apartados. Se identifican, además, los factores que limitan dicha capacidad.

Figura 5.1. Ubicación geográfica de clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón



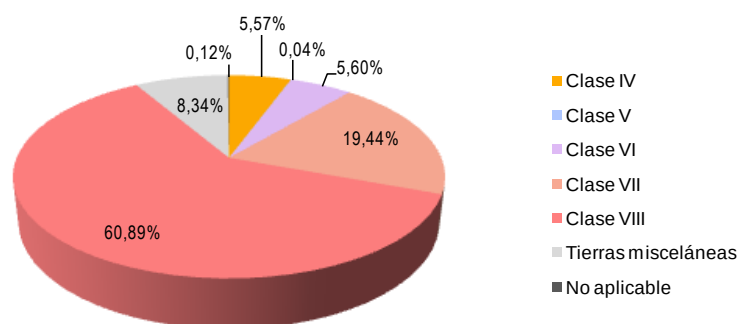
Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

En el cantón San Fernando se han identificado diferentes clases de capacidad de uso de las tierras (Gráfico 5.1 y Cuadro 5.1); en líneas generales se puede decir que predominan, en más de la mitad del cantón, los suelos con una capacidad severamente limitada para el aprovechamiento agrícola, por lo que deberá mantenerse en todo momento la vegetación arbustiva y/o arbórea con fines de protección, desestimando su puesta en cultivo debido a los elevados costes económicos derivados de las fuertes limitaciones. No obstante,

mediante una buena inversión de recursos técnicos y económicos algunas de las tierras pueden ser puestas en cultivo.

La Clase VIII es la mayoritaria, representando un 60,89% del total del área de estudio y ocupando todo el sector norte, centro y parte del sur del cantón (Figura 5.1). La zona norte abarca desde el límite con el cantón Cuenca hasta el río Quinuas alrededor de la población Irquis Chico; la zona central se extiende desde el río Rircay desde Turumpamba hasta San Fernando y Cuscopalta, llegando por el oriente hasta el límite con el cantón Santa Isabel; la zona sur se extiende por una estrecha franja al límite con el cantón Girón. Esta clase agrológica indica la existencia de tierras con severas limitaciones para el uso agrícola, por lo que su mejor aprovechamiento es el uso pecuario o, incluso, el forestal o de conservación. Es decir, son áreas que deben mantenerse con vegetación arbustiva y/o arbórea con fines de protección para evitar la erosión.

**Gráfico 5.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de capacidad de uso de las tierras en el cantón**



*Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.*

La Clase VII es la segunda más abundante y representa el 19,44% del área de estudio de San Fernando. Esta clase ocupa fundamentalmente el sector centro del cantón alrededor del río Yucauta, el extremo suroccidental del mismo a ambos márgenes del río Naranjo y una pequeña zona en el extremo sur del cantón al suroeste de la población Balsapamba. Refleja la existencia de suelos con limitaciones menores que las anteriores pero de nuevo importantes, con una capacidad limitada para el aprovechamiento agrícola, por lo que muestran condiciones para uso forestal confines de conservación.

Un porcentaje de aproximadamente el 5,60% de San Fernando está representado por las tierras de Clase VI, localizadas geográficamente en zonas dispersas del sector sur del cantón, ocupando las áreas alrededor de las poblaciones de Galindo y Pacay; mientras que un 5,57% corresponde a las de Clase IV, ubicada en el sur y oriente del cantón, concretamente la zona sur alrededor de la población de Santo Cristo, al este de la población de Balsapamba, y la zona oriente alrededor de las poblaciones Chiquila y Celata a ambos márgenes del río Pongo. En el caso de la Clase VI, estas tierras son aptas para su aprovechamiento forestal, ocasionalmente pueden incluir cultivos permanentes y pastos.

Por su parte, las tierras de Clase IV muestran una mejor disposición para ser cultivadas, aunque puede ser necesario llevar a cabo en ellas algún tipo de acondicionamiento previo del terreno para subsanar las limitaciones detectadas.

Por último, la Clase V corresponde a las tierras menos abundantes, representando menos del 1% del total del área de estudio, por lo que no es objeto de análisis detallado en la presente memoria. Se localizan geográficamente en un punto concreto alrededor de la laguna Llalli. Son tierras que por sus características poseen limitaciones de fuertes a muy fuertes para el uso agrícola, pero no obstante poseen poco riesgo de erosión. Será necesario por tanto llevar a cabo labores especiales de manejo que permitan el aprovechamiento agrícola o ganadero de estas tierras.

**Cuadro 5.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de capacidad de uso identificadas en el cantón San Fernando y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio**

| Capacidad de uso de las tierras  | Superficie (ha) | Superficie (%)* |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| IV                               | 787             | 5,57            |
| V                                | 6               | 0,04            |
| VI                               | 790             | 5,60            |
| VII                              | 2.744           | 19,44           |
| VIII                             | 8.593           | 60,89           |
| No aplicable <sup>1</sup>        | 17              | 0,12            |
| Tierras misceláneas <sup>2</sup> | 1.177           | 8,34            |
| Total área de estudio            | 14.113          | 100             |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

<sup>1</sup> No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.)

<sup>2</sup> Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 5.2. Resumen de resultados

Para cada una de las clases de capacidad de uso identificadas en el cantón San Fernando es posible interpretar los resultados basándose en las condiciones particulares o factores limitantes que concurren en ellas. A continuación se discuten los resultados distinguiéndose, siempre que existan, entre:

- Tierras aptas para la agricultura y otros usos
- Tierras con importantes limitaciones pero sin riesgo de erosión; y
- Tierras en las que se recomienda el aprovechamiento forestal con fines de conservación

En el caso del cantón San Fernando se han encontrado tierras incluidas en los tres grupos.

### 5.2.1. Agricultura y otros usos. Tierras arables

#### 5.2.1.1. Clase IV

En el cantón San Fernando la Clase IV representa un porcentaje pequeño del área de estudio (5,57%) ocupando, aproximadamente, 787 ha. Aunque se trata de una clase poco representativa, las tierras englobadas en ella presentan una buena predisposición agrícola, pudiendo ser cultivadas tras la aplicación de ciertas técnicas de manejo.

Estas tierras se ubican en el dominio fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas en el contexto morfológico de Vertientes y relieves superiores con parcial cobertura piroclástica de las Sierras Central y Meridional. Se asocian a las geoformas denominadas depósitos de deslizamiento, masa deslizada y en menor medida a coluvión antiguo, en pendientes medias (>12-25%), en las que los materiales originarios de los suelos han sido descritos como mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño; y en menor medida con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno; así como tobas y aglomerados caolinizados, con bajo porcentaje de lava.

Todos los suelos descritos en esta clase pertenecen al orden de los Inceptisols, en concreto, han sido clasificados como Humic Eutrudepts, Humic Dystrudepts y Humic Dystrudepts. Se trata de suelos moderadamente profundos con una textura franco-arenosa, poco profundos con texturas arcillosas y profundas con textura franco-arcillo-arenosa, con pedregosidad variable desde poca a nula y de fertilidad de baja, siendo mediana para algunos de los suelos clasificados como Humic Eutrudepts. Todos los suelos son no salinos y no tóxicos. Su drenaje es de bueno a moderado, sin períodos de inundación o muy cortos. Su régimen de temperatura es isotérmico y el de humedad es údico y en algo más de 130 ha ústico.

Tal y como se observa en el Cuadro 5.2, los principales limitantes de las tierras de esta clase se asocian a:

- La pendiente ya que en todos los casos es media (e2)
- La fertilidad, puesto que ésta es baja (s4)
- La escasa profundidad efectiva de algunos de los suelos descritos en esta clase (s1)
- La textura superficial, en los casos en los que es arcillosa (s2)
- El régimen de humedad del suelo, en las tierras en las que es ústico (c1)

**Cuadro 5.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase IV de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas**

| Clase        | Subclase<br>(factores limitantes) | Superficie<br>(ha) | Superficie<br>(%)* |
|--------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| IV           | IVe2s4                            | 493                | 3,49               |
|              | IVe2s1s2s4c1                      | 138                | 0,97               |
|              | IVe2s1s2s4                        | 109                | 0,77               |
|              | IVe2                              | 48                 | 0,34               |
| <b>Total</b> |                                   | <b>787</b>         | <b>5,58</b>        |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 5.2.2. Aprovechamiento forestal con fines de conservación

### 5.2.2.1. Clase VI

Las tierras incluidas en esta clase de capacidad de uso constituyen un porcentaje igualmente minoritario del área de estudio (5,60%), pues tan sólo ocupan una superficie de 790 ha. Se trata de tierras con limitaciones más marcadas y cuyo aprovechamiento recomendado, en caso de no llevar a cabo ningún tipo de medida correctora, es el uso pecuario en combinación con cierto tipo de cultivos permanentes.

Estas tierras se ubican fundamentalmente en el dominio fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, en el contexto morfológico de Vertientes y relieves superiores con parcial cobertura piroclástica de las Sierras Central y Meridional. Las geoformas en las que aparecen son mayoritariamente las denominadas vertientes heterogéneas en pendientes medias a fuertes (>25-40%), apareciendo también las de coluvión antiguo en pendientes medias (>12-25%) y coluvio-aluvial antiguo y morrena lateral de nuevo en pendientes medias a fuertes (>25-40%). La litología principal son tobas y aglomerados caolinizados con bajo porcentaje de lava.

Los suelos descritos en esta clase pertenecen al orden de los Inceptisols en concreto Humic Dystrustepts, Humic Dystrudepts, Vertic Dystrustepts y Dystric Eutrudepts. Una pequeña superficie pertenece a los Andisols aunque éstos únicamente suponen 4 ha, concretamente Typic Hapludands. Se trata de suelos principalmente entre moderadamente profundos y profundos; con una textura superficial para los Inceptisols franco-arcillo-arenosa, arcillo-limosa y franco-arenosa, esta última compartida con los Andisols. Presentan pedregosidad desde nula a escasa. La principal limitación en cuanto al cultivo viene dada por su fertilidad, de baja a muy baja. Igualmente no se trata de suelos salinos, ni tóxicos aunque en el caso de los Inceptisols (Vertic Dystrustepts), su toxicidad ha quedado definida como alta debido a su acidez y a la elevada concentración de aluminio e hidrógeno intercambiables. Su drenaje es bueno y no presenta períodos de inundación o estos son muy cortos. Su régimen de temperatura es isotérmico e isomésico y el de humedad es údico y ústico.

Las subclases de capacidad de uso de la tierra para la Clase VI encontradas en el territorio de San Fernando aparecen detalladas en el Cuadro 5.3, del que puede interpretarse que los principales limitantes de estos suelos son:

- La pendiente, especialmente en los casos en los que ésta es media (e2) y fuerte (e3)
- La fertilidad, puesto que ésta es baja y muy baja (s4)
- El régimen de humedad, en los casos que es ústico (c1)
- La profundidad efectiva en aquellos casos que los suelos son poco profundos (s1)
- La textura superficial, en los casos en los que es arcillo-limosa (s2)
- La toxicidad de los suelos, en los que se han encontrado elevadas concentraciones de aluminio e hidrógeno intercambiables (s6)
- La temperatura del suelo, en los casos que posea un régimen isomésico (c2)

**Cuadro 5.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VI de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas**

| Clase        | Subclase<br>(factores limitantes) | Superficie<br>(ha) | Superficie<br>(%)* |
|--------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| VI           | Vle3s4c1                          | 442                | 3,13               |
|              | Vle3s4                            | 280                | 1,99               |
|              | Vle2s1s2s4s6c1                    | 51                 | 0,36               |
|              | Vle3s4c2                          | 17                 | 0,12               |
| <b>Total</b> |                                   | <b>790</b>         | <b>5,60</b>        |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 5.2.2.2. Clase VII

En el cantón San Fernando la Clase VII constituye el 19,44% de la superficie, ocupando aproximadamente 2.744 ha. La Clase VII se refiere a tierras cuyo aprovechamiento recomendado es el forestal o pecuario, aunque, teniendo en cuenta los factores limitantes concretos.

Las tierras incluidas en esta clase de capacidad de uso se presentan en los dominios fisiográficos Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas y Medio aluvial de Sierra. Concretamente en los contextos morfológicos de Relieves de los márgenes de las cimas frías; Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas; Vertientes y relieves superiores con parcial cobertura piroclástica de las Sierras Central y Meridional; así como Medio aluvial de Sierra. Aparecen asociadas a diferentes geoformas, fundamentalmente vertientes heterogéneas, depósitos de deslizamiento o masa deslizada, coluvión antiguo y coluvio-aluvial reciente. En pendientes que son fuertes (>40-70%) y medias a fuertes (>25-40%). La litología característica de estas geoformas son las tobas y aglomerados caolinizados con bajo porcentaje de lava; los piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfíricas) alterantes; la mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño; mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno; así como, limos, arcillas, arenas, gravas y bloques.

Los suelos descritos en esta clase pertenecen a órdenes muy distintos, desde Andisols (Typic Hapludands, Pachic Melanudands, Alic Hapludands y Acrudoxic Hapludands), Inceptisols (Humic Dystrudepts, Andic Dystrudepts y Humic Dystrudepts), hasta Mollisols (Entic Haplustolls, Lithic Haplustolls, Typic Haplustolls y Vertic Haplustolls). Se trata de suelos con profundidades que oscilan entre poco profundos a profundos, con una textura superficial predominante franca, seguida de franco-arenosa, franco-arcillo-arenosa y arcillosa. La pedregosidad varía entre nula o muy escasa a frecuente. La fertilidad de estos suelos va de baja o muy baja, en la mayoría de casos, a media. Se trata de suelos no salinos y no tóxicos en su mayoría, no obstante aparecen niveles altos de toxicidad debido a su acidez y a la elevada concentración de aluminio e hidrógeno intercambiables. En su mayoría el drenaje es bueno, encontrándose suelos con drenaje moderado y excesivo que no presentan períodos de inundación o bien es muy corta. Su régimen de temperatura es

isomésico e isotérmico y el de humedad es mayoritariamente údico, aunque en algunas zonas es ústico.

Las subclases de capacidad de uso de las tierras para la Clase VII encontradas en el territorio de San Fernando aparecen detalladas en el Cuadro 5.4, del que puede interpretarse que los principales limitantes de estos suelos son:

- La pendiente, que en la mayor parte del territorio es fuerte (e3) y en aquellas zonas en que es de media (e2)
- Los valores bajos y muy bajos de fertilidad (s4)
- La temperatura, en los casos que tenga régimen isomésico (c2)
- La profundidad efectiva en suelos poco profundos (s1)
- La toxicidad de los suelos, en los que se han encontrado elevadas concentraciones de aluminio e hidrógeno intercambiables (s6)
- La pedregosidad por abundancia frecuente (s3)
- El régimen de humedad, en los casos que es ústico (c1)
- El drenaje en aquellas zonas en que es excesivo (h1)

**Cuadro 5.4. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VII de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas**

| Clase        | Subclase<br>(factores limitantes) | Superficie (ha) | Superficie (%)* |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
| VII          | VIIe3s4c2                         | 883             | 6,26            |
|              | VIIe3s1s4s6c2                     | 504             | 3,57            |
|              | VIIe3s1s3s4c2                     | 332             | 2,35            |
|              | VIIe3s4s6c2                       | 202             | 1,43            |
|              | VIIe3s1s2s4c1                     | 178             | 1,26            |
|              | VIIe3c2                           | 140             | 0,99            |
|              | VIIe3s4                           | 140             | 0,99            |
|              | VIIe3s1s2h1c1                     | 93              | 0,66            |
|              | VIIe3s1s3s4s6c2                   | 91              | 0,65            |
|              | VIIe3c1                           | 68              | 0,48            |
|              | VIIe3s1s2s4c2                     | 65              | 0,46            |
|              | VIIe2s1s3s4c2                     | 49              | 0,35            |
| <b>Total</b> |                                   | <b>2.744</b>    | <b>19,44</b>    |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

### 5.2.2.3. Clase VIII

Las tierras incluidas en esta clase de capacidad de uso constituyen la más abundante (60,89%), ocupando aproximadamente 8.593 ha. En estas tierras el cultivo está completamente impedido, ya que los factores limitantes son muchos y difíciles de salvar, por lo que se recomienda mantener estos territorios bajo la vegetación natural y reservar su uso a la conservación para evitar la erosión.

Esta clase se enmarca en los dominios fisiográficos Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real y Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas. Siendo los contextos morfológicos Vertientes y relieves superiores con parcial cobertura piroclástica de las Sierras Central y Meridional; Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas; así como Relieves de márgenes de Cimas frías y Paisajes glaciares. Las principales geoformas son macrocoluvión, vertientes abruptas de derrames volcánicos tabulares, vestigios de edificios volcánicos, vertientes de valle glaciar, superficie volcánica ondulada, vertientes heterogéneas y fondo de valle glaciar. A su vez las pendientes son muy diversas, desde muy suaves ( $>2-5\%$ ) a escarpadas ( $>100-150\%$ ), no obstante la mayor parte del terreno varía entre pendientes medias ( $>12-25\%$ ) a muy fuertes ( $>70-100\%$ ). La litología característica de estas geoformas es muy variada, se encuentran tobas y aglomerados caolinizados con bajo porcentaje de lava; mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación; Till, tillita; depósitos superficiales indiferenciados; piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfíricas) alterantes; mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño; y limos, arcillas, arenas, gravas y bloques.

Los suelos descritos en esta clase pertenecen al orden de los Andisols (Typic Melanocryands, Pachic Melanudands, Alic Hapludands), Inceptisols (Humic Dystrudepts, Vertic Dystrudepts, Ruptic-Ultic Dystrudepts, Andic Dystrudepts) y de los Mollisols (Vertic Haplustolls y Cumulic Haplocryolls). Se trata de suelos con profundidad variable desde superficiales a profundos, siendo mayoritariamente superficiales y poco profundos, lo que limita en gran medida su aprovechamiento agrológico. Su textura superficial es franco-arenosa, habiéndose descrito en algunos casos como franco-arcillosa y arcilla pesada. La pedregosidad es de nuevo diversa, pese a que en más de la mitad de los casos es nula, un porcentaje elevado del suelo presenta pedregosidad frecuente e incluso se clasifica como pedregoso o rocoso lo que supone una gran limitación. Igualmente los valores de fertilidad son bajos, siendo en su mayoría muy bajos lo que también limita su capacidad de uso. No son suelos salinos pero presentan niveles de toxicidad altos debido a su acidez y a la elevada concentración de aluminio e hidrógeno intercambiables, encontrando también suelos de toxicidad nula. Su drenaje es bueno y no presentan períodos de inundación o estos son muy breves. Su régimen de temperatura varía entre isofrío y isomésico en Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real e isotérmico en Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas; el régimen de humedad es údico en la gran mayoría de los casos, encontrando también régimen ústico.

Tal y como se observa en el Cuadro 5.5, los principales limitantes de las tierras de esta clase se asocian a:

- La pendiente, en aquellas zonas en que es de media (e2) a fuerte hasta muy fuerte e incluso escarpada (e3)
- La profundidad efectiva en aquellos suelos poco profundos y superficiales (s1)
- Los valores bajos y muy bajos de fertilidad (s4)
- La temperatura, en los casos que sea fría, es decir, régimen isomésico y muy fría o régimen isofrío (c2)
- La pedregosidad, allí donde se ha descrito como frecuente, abundante y pedregoso rocoso (s3)
- La toxicidad de los suelos, en los que se han encontrado elevadas concentraciones de aluminio e hidrógeno intercambiables (s6)
- El régimen de humedad ústico de ciertas zonas del territorio (c1)

**Cuadro 5.5. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase VIII de capacidad de uso de las tierras y distribución porcentual de las mismas**

| Clase | Subclase<br>(factores limitantes) | Superficie<br>(ha) | Superficie<br>(%)* |
|-------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| VIII  | VIIIe2s1s4c2                      | 1.735              | 12,29              |
|       | VIIIe2s1s3s4s6                    | 1.346              | 9,54               |
|       | VIIIe3s1s3s4s6                    | 1.334              | 9,45               |
|       | VIIIe3s1s4s6c2                    | 1.127              | 7,98               |
|       | VIIIe3s4c2                        | 972                | 6,89               |
|       | VIIIe2s1s4s6c2                    | 629                | 4,45               |
|       | VIIIe2s4c2                        | 403                | 2,86               |
|       | VIIIe3c1                          | 181                | 1,28               |
|       | VIIIe2s4s6c2                      | 145                | 1,03               |
|       | VIIIe3s1s4c2                      | 145                | 1,03               |
|       | VIIIe1s4c2                        | 143                | 1,02               |
|       | VIIIe3s3c2                        | 143                | 1,01               |
|       | VIIIe3s1s2s4s6c1                  | 136                | 0,97               |
|       | VIIIe3s1s4s6                      | 77                 | 0,55               |
|       | VIIIe3s3s4c2                      | 38                 | 0,27               |
|       | VIIIe3s1s3s4s6c2                  | 34                 | 0,24               |
|       | <b>Total</b>                      | <b>8.593</b>       | <b>60,89</b>       |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

## 6. DIFICULTAD DE LABRANZA

### 6.1. Resultados generales

De igual forma que para la capacidad de uso de las tierras, como producto final de la evaluación de la dificultad de labranza de los suelos, se presenta un mapa temático general del cantón San Fernando, en el que se detallan las diferentes clases identificadas (Figura 6.1). A partir de este mapa, se procede a extraer cuadros y gráficos de información estadística, que sirven para la caracterización descriptiva del cantón y para la territorialización temática de sus componentes.

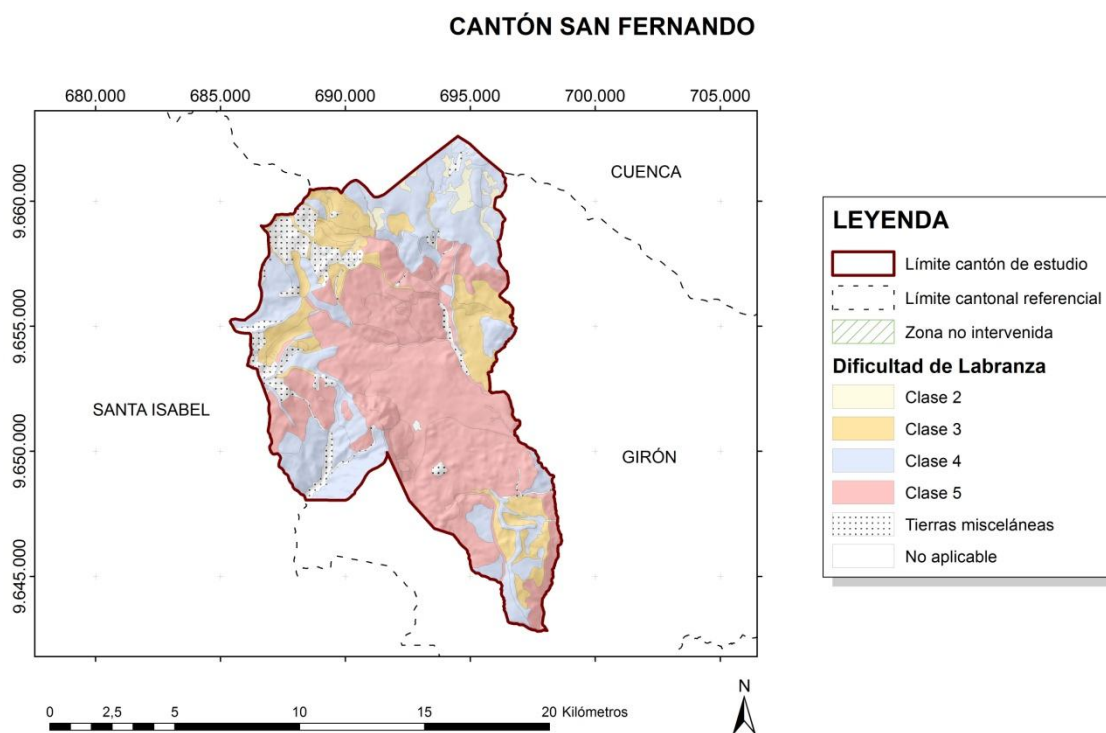
Las diferentes clases de dificultad de labranza identificadas en el presente cantón aparecen detalladas en el Cuadro 6.1 y Gráfico 6.1. De forma general, las tierras del cantón presentan una dificultad de labranza de media a alta, predominando por tanto la Clase 4 y la Clase 5 que, en conjunto, representan aproximadamente más del 75% de la superficie de estudio. Esto significa que la labranza del suelo se ve dificultada por una serie de factores limitantes que se estudiarán con mayor detalle en los siguientes apartados.

En concreto, la Clase 5 es la mayoritaria, representando un 46,73% del total del área de estudio y ocupando la zona central y suroriental del cantón, en una amplia zona territorial que

sigue una distribución noroeste-sureste, limitando al norte y al este con el río Quinuas, mientras al oeste limita con la población de Turupamba, y al sur con la población de Galindo (Figura 6.1). Se trata de tierras en las que las limitaciones para la labranza son muy elevadas, definiéndose incluso como tierras no arables.

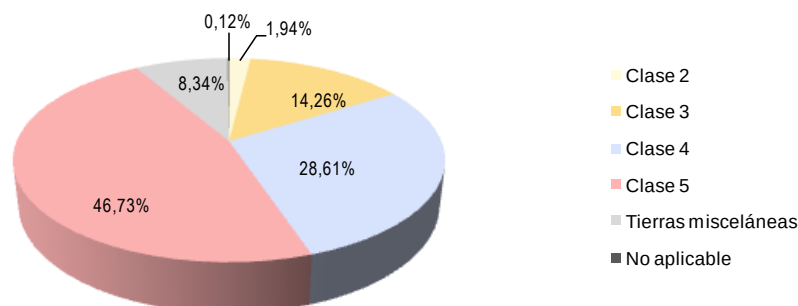
La Clase 4 corresponde a la segunda más representativa en San Fernando, ocupando aproximadamente un 28,61% del área estudiada del cantón. Se distribuye geográficamente en diferentes sectores como son la zona norte, entre el río Quinuas y el límite con el cantón Cuenca, alrededor de la población Irquis Chico, en el sector oriental, atravesado por la quebrada Mal Paso, en el sector suroriental, rodeando el río Naranjo, y en el sector sur, alrededor de las poblaciones de Santo Cristo, Balsapamba, y al norte quebrada Llulun. Esta clase de dificultad de labranza, referida a tierras con una dificultad Alta, sugiere que el laboreo de estos suelos sólo podría llevarse a cabo de forma manual, lo que determinará en gran medida la viabilidad económica de su aprovechamiento agrícola.

**Figura 6.1.** Ubicación geográfica de clases de dificultad de labranza de las tierras en el cantón



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

**Gráfico 6.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de dificultad de labranza de los suelos en el cantón**



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

**Cuadro 6.1 Superficie ocupada por cada una de las clases de dificultad de labranza identificadas en el cantón San Fernando y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio**

| Dificultad de labranza           | Superficie (ha) | Superficie (%)* |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| 2                                | 273             | 1,94            |
| 3                                | 2.013           | 14,26           |
| 4                                | 4.037           | 28,61           |
| 5                                | 6.595           | 46,73           |
| No aplicable <sup>1</sup>        | 17              | 0,12            |
| Tierras misceláneas <sup>2</sup> | 1.177           | 8,34            |
| Total área de estudio            | 14.113          | 100             |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

<sup>1</sup> No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.)

<sup>2</sup> Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

La Clase 3 es representativa en el área estudiada en el cantón San Fernando, ocupando aproximadamente un 14,26%. Se distribuye geográficamente en pequeños sectores de la zona occidental, alrededor del nacimiento del río Quinuas y de la quebrada del Derrumbo, apareciendo también en el sector oriental alrededor de las poblaciones de Celata, Tiococha, Chumblin, y Chiquila. Finalmente aparece de forma parcheada en el sector sur, desde la población de Pacay hacia el sur. Corresponde así pues, a tierras en las que la labranza no se encuentra tan dificultada, por lo que, a pesar de que el uso de maquinaria puede verse restringido según el tipo de limitaciones de la zona, su arado resultaría viable.

Por último, la clase menos representativa del cantón corresponde a la Clase 2, que ocupa el 1,94% de la superficie estudiada. Son las tierras con mejor aptitud para la labranza, aunque por el contrario son también las menos abundantes. Esta clase se localiza geográficamente

en pequeñas áreas dispersas, rodeadas por las tierras de la Clase IV del noreste del cantón. Estas tierras son las que presentan menores dificultades para ser labradas y lo único que se debe tener presente a la hora de su labranza, es la necesidad de adaptar las técnicas de manejo al tipo concreto de suelo, la pendiente del terreno y el régimen de humedad, evitando un deterioro de la calidad de estos agrosistemas.

## 6.2. Resumen de resultados

Para cada una de las clases de dificultad de labranza identificadas en el cantón San Fernando, es posible distinguir una serie de factores limitantes que sirven de base para interpretar los resultados. En un primer momento, pueden establecerse dos grupos de tierras de acuerdo a su aptitud para la labranza:

- Tierras arables con más o menos limitaciones
- Tierras no arables con restricciones para el laboreo tan elevadas que no permitirían el manejo

### 6.2.1. Tierras arables

#### 6.2.1.1. Clase 2

Las tierras incluidas en esta clase son las más aptas para la labranza encontradas en el cantón, representan un porcentaje pequeño del cantón (1,94%), que supone aproximadamente 273 ha. Engloban una serie de tierras con limitaciones muy leves para su arado.

Se encuentran distribuidas en dominio fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, en el contexto morfológico Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas. Asociadas a las geoformas de hondonadas pantanosas de origen glacial-periglacial. Las litologías predominantes son depósitos superficiales indiferenciados y till, tillita.

Se trata de tierras que presentan pendientes muy suave (>2-5%) y suaves (>5-12%), sin afloramientos rocosos en superficie y sin pedregosidad o ésta es poca, como tampoco tienen elementos gruesos o son muy pocos. En cuanto a los suelos, éstos son moderadamente profundos, sin signos de compactación y con una clase textural franco-arenosa en superficie y profundidad. Son suelos con drenaje bueno, sin períodos de inundación y asociados a los regímenes de humedad údico. Los suelos han sido clasificados como Andisols, concretamente Typic Melanocryands.

Para la Clase 2 de dificultad de labranza aparecen detalladas dos subclases, 2e1 y 2, que muestra limitaciones suaves y vienen referidas a un ligero incremento en la pendiente (e1), al no ser completamente planas.

### 6.2.1.2. Clase 3

Las tierras incluidas en esta clase representan aproximadamente 2.013 ha (14,26%). Engloban una serie de suelos en los que existen ya ciertas limitaciones para la labranza que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar un plan de manejo integral de las tierras.

Esta clase se distribuye en los dominios fisiográficos de Cimas frías de la Cordillera Occidental y Real y Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, en los contextos morfológicos designados como Paisajes glaciares, Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas, y Vertientes y relieves superiores con parcial cobertura piroclástica de la Sierra Central y Meridional, respectivamente. Se asocian mayoritariamente a las geoformas de vertiente de valle glaciar, fondo de valle glaciar, vertiente heterogénea, depósitos de deslizamiento, superficie inclinada e interfluvio de cimas redondeadas. Mientras las litologías dominantes son tobas y aglomerados caolinizados, con bajo porcentaje de lava; y mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño.

Se trata de tierras que presentan pendientes medias (>12-25%) y medias a fuertes (>25-40%), sin afloramientos rocosos en superficie y con pedregosidad que va de ausente a pocas y muy pocas, llegando a ser frecuente en una pequeña extensión. De forma mayoritaria tienen pocos o ningún elemento grueso en el perfil, aunque en algunos casos han sido descritos como muchos. En cuanto a los suelos, éstos son moderadamente profundos, profundos y poco profundos en menor extensión, sin signos de compactación en la mayoría de los casos, y con texturas en superficie franco-arcillo-arenosa, franco-arenosa y franca, como ocurre con la textura en profundidad a la que se les suma la clase textural franco-arcillos y con ausencia de suelo. Son suelos con buen drenaje, sin períodos de inundación, y asociados a los regímenes de humedad ústico, mayoritariamente, y también ústico. Los suelos han sido clasificados como Andisols (Typic Melanocryands), Inceptisols (Humic Eutrudepts, Humic Dystrudepts y Andic Humicryepts) y en una muy reducida extensión Mollisols (Cumulic Haplocryolls).

Las subclases de dificultad de labranza de la tierra para la Clase 3 encontradas en el territorio de San Fernando aparecen detalladas en el Cuadro 6.2, del que cabe interpretar que los principales limitantes en estos suelos se deben a:

- La pendiente, en los casos en los que éstas son medias, o medias a fuertes (e2)
- En menor medida, limitaciones por problemas de compacidad, que ha sido descrita en algunos suelos (s9)
- El régimen de humedad ústico de los suelos (c1)
- La escasa profundidad efectiva de algunos suelos (s4)
- Los elementos gruesos cuando han sido descritos como muchos (s5)
- La pedregosidad superficial frecuente (s2)

**Cuadro 6.2. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 3 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas**

| Clase        | Subclases<br>(factores limitantes) | Superficie<br>(ha) | Superficie<br>(%)* |
|--------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>3</b>     | 3e2                                | 1.191              | 8,44               |
|              | 3e2s9c1                            | 442                | 3,13               |
|              | 3e2s4                              | 230                | 1,63               |
|              | 3e2s5                              | 145                | 1,03               |
|              | 3e2s2                              | 6                  | 0,04               |
| <b>Total</b> |                                    | <b>2.013</b>       | <b>14,26</b>       |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

#### 6.2.1.3. Clase 4

La Clase 4 de dificultad de labranza es la segunda más abundante del cantón San Fernando (28,61%), ocupando un total de aproximadamente 4.037 ha. Estas tierras están conformadas por una serie de suelos con importantes restricciones para el laboreo.

Las tierras clasificadas con Clase 4 se encuentran principalmente en los dominios fisiográficos de Cimas frías de la Cordillera Occidental y Real y Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas; en los contextos morfológicos de Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas; Relieves de los márgenes de la cimas frías; Vertientes y relieves superiores de Cuencas Interandinas, con parcial cobertura piroclástica de la Sierra Central y Meridional; y Paisajes glaciares. Sus geoformas son muy variadas destacando las denominadas vestigios de edificios volcánicos, vertiente heterogénea, depósitos de deslizamiento, vertiente rectilínea, superficie volcánica ondulada, interfluvio de cimas estrechas, colada de lava antigua y coluvión antiguo. La litología predominante en las tierras de esta clase corresponde a tobos y aglomerados caolinizados, con bajo porcentaje de lava, y en menor grado a piroclastos (tobos y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfíricas) alternantes.

Se trata de áreas en las que se han descrito pendientes mayoritariamente fuertes (>40-70%) y medias (>12-25%), apareciendo también pendientes suaves (>5-12%) y medias a fuertes (>25-40%); sin afloramientos rocosos en superficie, aunque son frecuentes en los Typic Melanocryands, y de forma predominante sin pedregosidad superficial, aunque existen casos en los que ha sido descrita como frecuente y abundante. Además, la mayoría de los suelos no poseen elementos gruesos, habiendo sido descritos como comunes en algunas superficies. En cuanto las características morfológicas predominantes de los suelos, estos son mayoritariamente poco profundos, apareciendo suelos profundos, moderadamente profundos e incluso superficiales. Presentan signos de compactación algunos casos, aunque no se desarrolla en las subclases más abundantes. Las clases texturales superficiales más frecuentes son la franco-arenosa y franca, no obstante algunas superficies presentan textura arcillosa e incluso arcilla pesada; en profundidad las texturas más frecuentes son la franco-arenosa y franco-arcillosa, apareciendo en algunos casos texturas arenosas, arcillosa, arcillo-limosa e incluso arcilla pesada. En cuanto a su drenaje, los suelos tienen un drenaje bueno, moderado e incluso excesivo en escasas superficies; sin períodos de inundación y

asociados a los regímenes de humedad del suelo údico y ústico, aunque éste último en mucha menor proporción. Los suelos incluidos en esta clase han sido clasificados como Andisols (Typic Melanocryands, Typic Hapludands, Alic Hapludands y Pachic Melanudands), Inceptisols (Humic Dystrudepts, Humic Dystrustepts, Vertic Dystrustepts, Ruptic-Ultic Dystrudepts), de forma muy asilada aparece un Mollisols (Lithic Haplustolls). De todas formas, existe un gran predominio del Typic Melanocryands, representando más de la mitad de la extensión de la presente clase.

Las subclases de dificultad de labranza de la tierra para la Clase 4 encontradas en el territorio de San Fernando aparecen detalladas en el Cuadro 6.3, del que cabe interpretar que los principales limitantes en estos suelos se deben a:

- La pendiente, ya que en la mayoría de las tierras se ha descrito como media, y de media a fuerte (e2), incluso fuerte en muchos casos (e3)
- La presencia de afloramientos rocosos, por ser frecuentes en algunos suelos (s1)
- La profundidad efectiva, por aparición de suelos poco profundos y superficiales (s4)
- Afectando a una menor extensión de tierras, aparecen como limitaciones por la textura en profundidad (s8) y también en superficie (s7), ya que predominan los suelos arcillosos en los que la labranza puede resultar complicada
- Limitaciones por la compactación de los horizontes superficiales (s9)
- La pedregosidad superficial no tanto por su abundancia sino por su tamaño (s3)
- El drenaje en los casos en los que es moderado, que puede conducir a problemas de exceso de humedad en el suelo, así como por drenaje excesivo (h1)
- El régimen de humedad ústico de los suelos (c1)
- La pedregosidad superficial, en los suelos en los que es frecuente o abundante (s2)

**Cuadro 6.3. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 4 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas**

| Clase        | Subclase<br>(factores limitantes) | Superficie<br>(ha) | Superficie<br>(%)* |
|--------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>4</b>     | 4e2s1s4                           | 1.319              | 9,35               |
|              | 4e3                               | 1.152              | 8,16               |
|              | 4e1s1s4                           | 330                | 2,34               |
|              | 4e2s4s7s9h1c1                     | 290                | 2,05               |
|              | 4e3s4                             | 274                | 1,94               |
|              | 4e3s3s4s7s8s9c1                   | 136                | 0,97               |
|              | 4e2s4s7s8s9                       | 109                | 0,77               |
|              | 4e3s3                             | 84                 | 0,60               |
|              | 4e3s3s4                           | 77                 | 0,55               |
|              | 4e3s1s8                           | 73                 | 0,52               |
|              | 4e3s4s7s8                         | 65                 | 0,46               |
|              | 4e2s4s8s9                         | 62                 | 0,44               |
|              | 4e3s2s4                           | 34                 | 0,24               |
|              | 4e3s2s3s4                         | 27                 | 0,19               |
|              | 4e2s1s8                           | 4                  | 0,03               |
| <b>Total</b> |                                   | <b>4.037</b>       | <b>28,61</b>       |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa.

## 6.2.2. Tierras No arables

### 6.2.2.1. Clase 5

Las tierras incluidas en esta clase engloban un tipo de terrenos cuyos impedimentos para el arado son tan elevados que no es posible realizar ningún tipo de labranza mecanizada e incluso la labranza manual se ve altamente dificultada, por lo que de forma genérica, estas tierras son definidas como No arables. Las tierras de Clase 5 de dificultad de labranza son las más abundantes del cantón San Fernando (46,73%), ocupando 6.595 ha aproximadamente, lo que implica que una parte importante del territorio del cantón no podría destinarse al uso agrícola y sería preferible su aprovechamiento pecuario o forestal.

Las tierras de esta clase se encuentran en los dominios fisiográficos de Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, Cimas frías de la cordillera Occidental y Real y Medio aluvial de Sierra; mayoritariamente en los contextos morfológicos relacionados de Vertientes y relieves superiores con parcial cobertura piroclástica de las Sierras Central y Meridional para el primer dominio; Relieves de los márgenes de las cimas frías y Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas para el dominio de Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real; así como el contexto Medio aluvial de Sierra para el dominio del mismo nombre. Se asocian a diversas geoformas, siendo las más comunes las de macrocoluvión, vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares y vertiente heterogénea. Las litologías predominantes corresponden a mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación; y tobos y aglomerados caolinizados, con bajo porcentaje de lava.

Las pendientes en las que se ubican las regiones con calificación de suelo No arable en el cantón San Fernando son variables, predominando las pendientes medias a fuertes (>25-40%), medias (>12-25%) y muy fuertes (>70-100%). Los suelos pertenecientes a esta clase no poseen afloramientos rocosos salvo en escasas superficies donde han sido descritos como muy pocos y frecuentes. La pedregosidad superficial es también muy variada, pues se ha descrito como frecuente, poca, ausente e incluso en algunos suelos pedregosos o rocosos. En cuanto a los elementos gruesos del perfil, éstos son pocos o inexistentes mayoritariamente, llegando a ser comunes, muchos, abundantes y dominantes en algunos suelos. Respecto a las características morfológicas del perfil, la profundidad efectiva se ha descrito como superficial o poco profunda en la mayoría de los casos, y no presentan signos de compactación de forma dominante. Las clases texturales en superficie son mayoritariamente franco-arenosas, aunque para algunas superficies son más restrictivas, apareciendo texturas arcillosas y arcillo-limosas; en profundidad destacan de nuevo las texturas franco-arenosas, no obstante llegan a describirse texturas arcillosas, arcillo-limosas e incluso arcilla pesada. En cuanto a su drenaje éste ha sido descrito como bueno, sin períodos de inundación y asociados a los regímenes de humedad údico, mientras en un pequeño porcentaje de suelos es ústico.

Los tipos de suelos asociados a esta clase de dificultad de labranza pertenecen al orden de los Inceptisols (Humic Dystrudepts, Andic Dystrudepts, Vertic Dystrudepts, Dystric Eutrudepts), Andisols (Pachic Melanudands, Alic Hapludands, Typic Hapludands, Typic Melanocryands, Acrudoxic Hapludands), y Mollisols (Vertic Haplustolls, Entic Haplustolls y Typic Haplustolls).

Las subclases de dificultad de labranza de la tierra para la Clase 5 encontradas en el territorio de San Fernando aparecen detalladas en el Cuadro 6.4, del que cabe interpretar que los principales limitantes en estos suelos se deben a:

- La pendiente, en los rangos que indican pendientes medias y de medias a fuertes (e2), así como las pendientes fuertes (e3)
- La pedregosidad superficial ya que ciertos suelos han sido descritos como frecuentes (s2), como también por el tamaño de estos cantos (s3)
- La profundidad efectiva, por la descripción de suelos poco profundos o superficiales (s4)
- La presencia de muchos, abundantes o incluso dominantes elementos gruesos en el perfil de suelos descritos (s5)
- Afectando a una menor extensión de tierras, limitaciones por la textura en profundidad (s8) y en algunos casos, también en superficie (s7), ya que se han encontrado algunos suelos con texturas arcillosas cuya labranza puede resultar complicada
- La compactación de horizontes del suelo en algunos casos (s9)
- El régimen de humedad ústico de los suelos, aunque no es mayoritario (c1)

**Cuadro 6.4. Superficie ocupada por las distintas subclases que componen la Clase 5 de dificultad de labranza de la tierra y distribución porcentual de las mismas**

| Clase        | Subclase<br>(factores limitantes) | Superficie<br>(ha) | Superficie<br>(%)* |
|--------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>5</b>     | 5e2s2s3s4                         | 2.680              | 18,99              |
|              | 5e3s4                             | 1.098              | 7,78               |
|              | 5e2s3s4                           | 589                | 4,17               |
|              | 5e2s2s3s4s5                       | 355                | 2,51               |
|              | 5e3s3s5                           | 283                | 2,01               |
|              | 5e2s3s8                           | 280                | 1,99               |
|              | 5e2s3s4s9                         | 230                | 1,63               |
|              | 5e3s1s3s9c1                       | 193                | 1,37               |
|              | 5e3s1                             | 171                | 1,21               |
|              | 5e3s2s3                           | 143                | 1,01               |
|              | 5e3s3                             | 140                | 0,99               |
|              | 5e3s3s4s7s8c1                     | 118                | 0,84               |
|              | 5e3s2s3s4s5s9                     | 91                 | 0,65               |
|              | 5e2s2s5                           | 55                 | 0,39               |
|              | 5e3s3s9c1                         | 55                 | 0,39               |
|              | 5e2s3s4s7s8s9c1                   | 51                 | 0,36               |
|              | 5e3s1s2s3                         | 38                 | 0,27               |
|              | 5e2s3s5                           | 13                 | 0,09               |
|              | 5e3s3s4s9                         | 6                  | 0,04               |
|              | 5s2s3s4                           | 6                  | 0,04               |
| <b>Total</b> |                                   | <b>6.595</b>       | <b>46,73</b>       |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

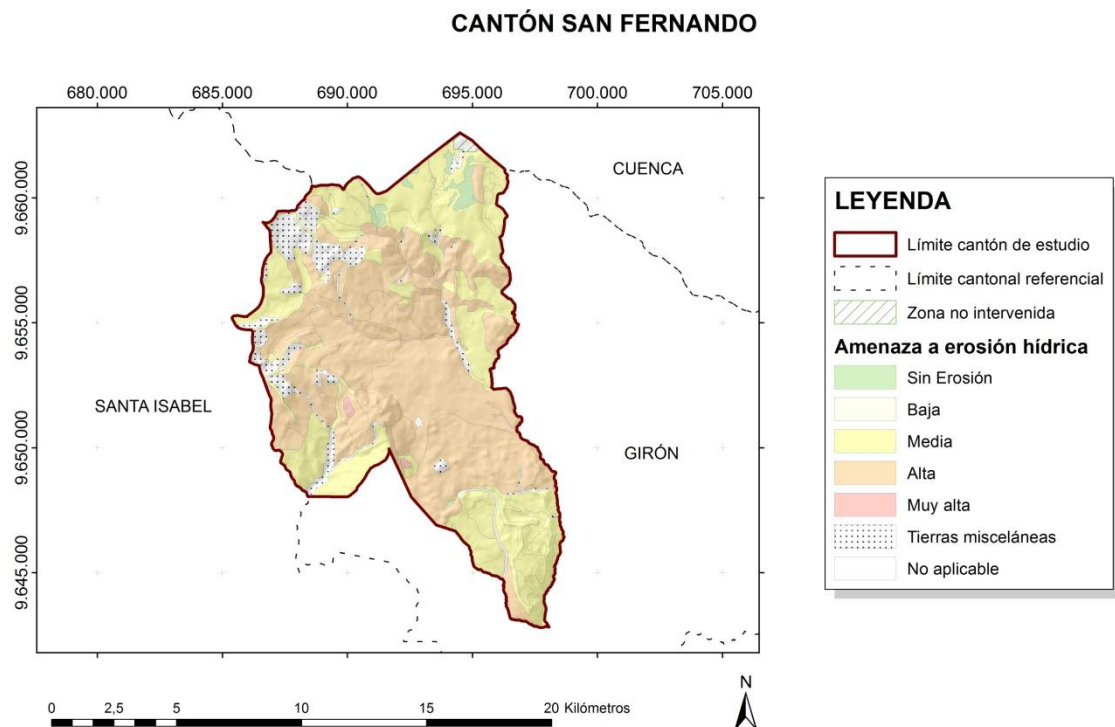
## 7. AMENAZA A EROSIÓN HÍDRICA

### 7.1. Resultados generales

En la Figura 7.1 se presenta un mapa temático general del cantón San Fernando, en el que se detallan las diferentes clases de amenaza a erosión hídrica identificadas. A partir de este mapa es posible obtener información estadística de utilidad, resumida en forma de cuadros y gráficos en los subsiguientes apartados.

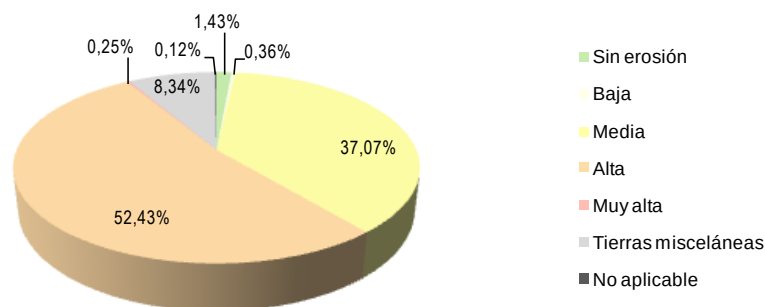
Así, en el Cuadro 7.1 y Gráfico 7.1 la información sobre la amenaza a erosión hídrica se detalla en términos numéricos, de forma que es posible distinguir diferentes clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón, entre las cuales, predominan las tierras con amenaza Media y Alta, sumando, entre ambas, casi el 90% del área de estudio.

Figura 7.1. Ubicación geográfica de clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

**Gráfico 7.1. Representación de la distribución porcentual de las diferentes clases de amenaza a erosión hídrica en el cantón**



Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

**Cuadro 7.1. Superficie ocupada por cada una de las clases de amenaza a erosión hídrica identificadas en el cantón San Fernando y su distribución porcentual respecto a la superficie total del área de estudio**

| Amenaza a erosión hídrica        | Superficie (ha) | Superficie (%)* |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Sin Erosión                      | 201             | 1,43            |
| Baja                             | 51              | 0,36            |
| Media                            | 5.232           | 37,07           |
| Alta                             | 7.400           | 52,43           |
| Muy alta                         | 36              | 0,25            |
| No aplicable <sup>1</sup>        | 17              | 0,12            |
| Tierras misceláneas <sup>2</sup> | 1.177           | 8,34            |
| Total área de estudio            | 14.113          | 100             |

\* Porcentaje calculado respecto a la superficie total del área de estudio.

<sup>1</sup> No aplicable: masas de agua (lagunas, ríos, cauces y meandros, terrazas bajas, pantanos, etc.)

<sup>2</sup> Tierras misceláneas: eriales y geoformas excluidas (valles en V, barrancos...).

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.

La clase con amenaza Alta es la más abundante, representando un 52,43% del total del área de estudio y ocupando fundamentalmente todo el sector central del cantón (Figura 7.1), rodeando todas las poblaciones que se encuentran en esta zona, desde Crea al norte, hasta Cuscopalta al sur, Turupamba al occidente y Payanan al oriente; el área corresponde con ambas orillas de los ríos Rircay y Quinuas, así como las quebradas Llullun y Sambo Copa. Esto implica que una parte importante del territorio del cantón San Fernando se encuentra altamente amenazado por los procesos erosivos. En estos casos podría no ser suficiente con tomar medidas de prevención, sino que, incluso, puede ser necesario aplicar medidas correctoras concretas y evitar así que la degradación del suelo se agrave.

Igualmente, rodeando la clase anterior y ocupando los márgenes del cantón y la mayoría del norte y sur del mismo aparece la clase con amenaza Media. Concretamente en áreas que rodean las poblaciones de Balsapamba al sur, Irquis Chico al norte, Payanan al oriente y ambas orillas del río Naranjo y la quebrada Mal Paso al occidente. Esta clase de amenaza a erosión hídrica sugiere que todos estos terrenos no presentan un riesgo destacado a sufrir procesos de degradación de los suelos en el corto plazo, sin embargo, se encuentran en un punto de equilibrio frágil. En conjunto, las tierras de esta clase representan un porcentaje de, aproximadamente, un 37,07%. En estas zonas el riesgo de erosión hídrica deberá ser tenido en cuenta en la planificación agrícola, pues la aplicación de técnicas de manejo inapropiadas podría derivar en importantes pérdidas de suelo.

Las zonas categorizadas como Sin erosión hídrica representan un porcentaje pequeño del área de estudio (1,43%), localizándose en pequeñas áreas dispersas al norte del cantón, concretamente alrededor de la quebrada Tomaloma y las zonas cercanas al límite norte del mismo, así como el área alrededor de la laguna Llalli al sur. Se trata de zonas que, por definición, no son susceptibles de que la erosión hídrica sea medida, generalmente porque son áreas más propensas a procesos de desbordamiento y anegamiento (como áreas fluviales, hondonadas pantanosas, planicies arenosas, etc.), por lo que resulta complicado distinguir la amenaza a erosión hídrica de la de colmatación.

Por último, en el cantón San Fernando se han identificado algunas zonas caracterizadas como amenaza Baja y Muy alta, que representan menos del 1% del total del área de estudio por lo que no se detallan en la presente memoria. El área categorizada como amenaza Baja se corresponde con la zona circundante a la quebrada que cruza las poblaciones de Galindo y Santo Cristo al sur del cantón; en estas zonas los procesos de degradación asociados a la actividad agrícola o agropecuaria son bajos, tratándose así de tierras en las que no es necesario tomar medidas especiales de protección. El área categorizada como amenaza Muy alta se localiza en dos zonas en la parte occidental del cantón, cercanas a la frontera con los cantones Santa Isabel y Girón. Sugiere que en ciertas zonas del cantón los procesos de degradación pueden suponer un importante limitante a la productividad agrícola y por tanto en estos suelos será necesario planificar medidas correctoras y, en caso de que se encuentren bajo vegetación forestal, su cambio de uso no estaría recomendado.

## **7.2. Resumen de resultados**

Tal y como se ha descrito en el apartado anterior, en el cantón San Fernando se han identificado diferentes clases de amenaza a erosión hídrica como resultado de la concurrencia de una serie de factores empleados en el modelo de cálculo. A continuación se analizan, para cada clase de amenaza, los aspectos geomorfológicos, edáficos, ecológicos y climáticos que inciden sobre los suelos y que determinan su mayor o menor grado de amenaza erosiva.

### **7.2.1. Tierras con amenaza Media a erosión hídrica**

Esta clase ocupa 5.232 ha, representando una importante superficie del territorio estudiado (37,07%). Las tierras sometidas a este tipo de amenaza se asocian a los dominios fisiográficos de Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real; Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas; y Medio aluvial de Sierra. En contextos morfológicos muy diversos, incluyendo Relieves de los márgenes de cimas frías; Vertientes y relieves superiores con

parcial cobertura piroclástica de las Sierras Central y Meridional; Paisajes glaciares; Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; así como Medio aluvial de Sierra. Las geoformas descritas en esta zona del cantón corresponden, fundamentalmente, a vertientes heterogéneas, vestigios de edificios volcánicos, depósitos de deslizamiento o masa deslizada, superficie volcánica ondulada, coluvión antiguo, interfluvio de cimas estrechas y fondo de valle glaciar entre otros. La litología está representada, en la mayor parte del territorio de esta clase, por tobas y aglomerados caolinizados con bajo porcentaje de lava; piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfiríticas) alternantes; mezclas heterogéneas de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diversos tamaños y mezclas heterogéneas de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación.

Las pendientes registradas en estas geoformas son muy variables, siendo las más representativas las pendientes medias (>12-25%), media a fuerte (>25-40%) y fuertes (>70-100%) (Foto 7.1). Las formas de vertiente más comunes son de tipo irregular y convexa. Mientras que las longitudes de vertientes mayoritariamente largas o muy largas, lo que determina una importante contribución de la geomorfología a la clase de amenaza a erosión hídrica.

Los dos órdenes de suelos predominantes en esta clase de amenaza a erosión hídrica son Andisols (Typic Melanocryands, Typic Hapludands, Pachic Melanudands y Alic Hapludands) y los Inceptisols (Humic Dystrustepts, Humic Dystrudepts, Humic Eutrudepts y Vertic Dystrustepts). En cuanto a su textura superficial predominan los suelos franco-arenosos, franco arcillo-arenosos y francos, no obstante aparecen suelos con clase textural arcillosa e incluso arcilla pesada. El contenido en materia orgánica es muy variable, predominando los suelos con alto contenido, si bien aparecen también algunos suelos con contenido medio y bajo. La profundidad de los suelos es de nuevo diversa, siendo en su mayoría de superficiales a moderadamente profundos. De los factores edáficos, la textura y la profundidad parecen ser los determinantes de su grado de amenaza a la erosión hídrica.

El grado de protección vegetal es medio y alto, si bien el Índice de agresividad pluvial es alto (75-100 mm) y muy alto (>100 mm). Así, de los factores ecológicos y climáticos, la elevada precipitación en estas zonas parece ser el más importante a la hora de condicionar el grado de erosión hídrica.

**Foto 7.1. Zonas con amenaza Media a erosión hídrica en el cantón**



*Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.  
Punto de muestreo CSp-NVI\_B4-89-0044.  
Ubicación: Parroquia San Fernando.*

### **7.2.2. Tierras con amenaza Alta a erosión hídrica**

Esta clase es la mayoritaria del cantón (52,43%), ocupa una extensión de aproximadamente unas 7.400 ha. Las tierras con amenaza Alta se ubican en los dominios fisiográficos de Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real; Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas, así como Medio aluvial de Sierra. Siendo los contextos morfológicos Relieves de los márgenes de cimas frías; Vertientes y relieves superiores con parcial cobertura piroclástica de las Sierras Central y Meridional; y Paisajes glaciares fundamentalmente. Las geoformas descritas en esta zona del cantón corresponden, fundamentalmente, a macrocoluviones, vertientes abruptas de derrames volcánicos tabulares, vertientes heterogéneas, depósitos de deslizamiento o masa deslizada, vertientes rectilíneas, coluviones antiguos y vertientes de valle glaciar, entre otros. La litología está representada, en la mayor parte del territorio de esta clase, por mezclas heterogéneas de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación; tobas y aglomerados caolinizados con bajo porcentaje de lava; mezclas heterogéneas de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diversos tamaños; así como piroclastos (tobas y aglomerados gruesos con bloques de lava) y lavas (andesitas porfíricas) alternantes.

Las pendientes registradas en estas geoformas son muy variables y con representatividad similar, desde medias (>12-25%) a muy fuertes (>70-100%) (Foto 7.2). Las formas de vertiente más comunes son de tipo convexas, cóncavas y rectilíneas, por lo que, junto con las longitudes de vertientes mayoritariamente muy largas, determinan una importante contribución de la geomorfología a la clase de amenaza a erosión hídrica.

Los dos órdenes de suelos predominantes en esta clase de amenaza a erosión hídrica son los Inceptisols (Humic Dystrudepts, Andic Dystrudepts, Ruptic-Ultic Dystrudepts y Humic Eutrudepts) y Andisols (Pachic Melanudands, Typic Melanocryands, Alic Hapludands, Typic Hapludands y Acrudoxic Hapludands). En cuanto a su textura superficial predominan los suelos franco-arenosos y francos, no obstante aparecen suelos clasificados como franco-arcillo-arenosos e incluso arcillosos. De igual forma, el contenido en materia orgánica

predominan los suelos con alto y medio contenido, apareciendo igualmente algunos suelos con bajo contenido. Los suelos son principalmente de superficiales a moderadamente profundos. Así pues, respecto a las características edáficas, estos suelos muestran elevada variabilidad.

El grado de protección vegetal es medio y alto, si bien el Índice de agresividad pluvial va de alto (75-100 mm) a muy alto (>100 mm). Así, de los factores ecológicos y climáticos, la elevada precipitación en estas zonas parece ser el más importante a la hora de condicionar el grado de erosión hídrica.

**Foto 7.2. Zonas con amenaza Alta a erosión hídrica en el cantón**



*Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015.  
Punto de muestreo CSp-NVI\_B1-89-0038.  
Ubicación: Parroquia San Fernando.*

## 8. CONCLUSIONES

### 8.1. Geopedología

El estudio semidetallado a escala 1:25.000 dio como resultado una variabilidad edafológica de tres órdenes, cinco subórdenes, siete grandes grupos y dieciséis subgrupos de suelos para el cantón San Fernando, en concordancia con la composición geológica y regímenes de temperatura y humedad predominantes, enmarcados en los dominios fisiográficos y contextos morfológicos presentes en la región.

Se observa en este cantón una predominancia del orden de suelos Andisols junto con los Inceptisols, que ocupan, respectivamente, el 50,67% y el 37,58% del área estudiada en el cantón. El orden de Mollisols aparece solo en un 3,29% del área de estudio. Se debe mencionar que las Tierras misceláneas ocupan el 8,34% del área de estudio y las áreas inaccesibles el 0,12%.

A partir de la caracterización de los suelos más representativos del cantón se llega a las siguientes conclusiones, de acuerdo a los contextos morfológicos que aparecen en el área:

- Las Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas con parcial cobertura piroclástica, localizadas en el centro y sur del cantón, ocupan el 35,46% del área de estudio. Los suelos encontrados se desarrollan, predominantemente, sobre la Formación Tarqui, formación sometida a una intensa disección por una red hidrográfica apenas jerarquizada, y cuyos afloramientos destacan con frecuencia por las antiguas alteraciones que presentan. Se localizan bajo régimen de temperatura isotérmico y de humedad ústico. Los relieves son de pendientes desde planas a muy fuertes.

Los suelos que más abundan son del orden Inceptisols, ocupando el 32,64%. Se trata de suelos con un nivel de desarrollo incipiente, que incluyen una gran diversidad de subgrupos. Especialmente, abundan los Dystrudepts de los subgrupos Humic, Andic y Ruptic-Ultic, indicando ya empobrecimiento; así como Eutrudepts, de los subgrupos Humic y Dystric. El régimen de humedad cambiante (ústico) y de condiciones secas, ha condicionado también el desarrollo de Inceptisols en la punta sur del cantón, clasificados como Dystrustepts, y pertenecientes a los subgrupos Humic y Vertic, lo que indica en el último caso un mayor contenido de arcillas que se encogen y expanden con la cambiante humedad del suelo y que se expresa temporalmente mediante grietas. En el presente contexto los Inceptisols evidencian un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a algunos horizontes alterados; los procesos de traslocación y acumulación pueden presentarse. Constituyen una etapa subsiguiente de evolución, considerados baja o media, típicamente con un perfil A/Bw/C, con un epipedón ócrico sobre un horizonte cámbico; su color es pardo. Ocurren en el régimen climático isotérmico y se han originado a partir de diferentes materiales parentales y en todas las diferentes posiciones del paisaje.

También están presentes los Mollisols (2,42%), que ocupan áreas localizadas en el suroeste y este del cantón. Aparecen bajo las mismas condiciones y factores formadores que los Inceptisols, en posiciones de acumulación de materiales transportados por fenómenos de erosión (coluvios) y acumulación de humedad. Los Mollisols se caracterizan por la presencia de un epipedón oscuro, debido al enriquecimiento en materia orgánica. En este contexto, los niveles de materia orgánica oscilan entre 2 y 4%, con alta saturación de bases y buenas propiedades físicas.

- El contexto de Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas ocupa una extensión de 19,98% del total del área de estudio. Se localiza en el sector norte y noreste del cantón, bajo un régimen de temperatura definido como isofrígido en la mayor parte del territorio, especialmente en la zona más septentrional, aunque también hay parte del territorio con régimen isomésico. En cuanto al régimen de humedad este es údico. Las pendientes en estas zonas son enormemente variadas y van desde planas a fuertes.

Bajo estas condiciones se desarrollaron suelos pertenecientes fundamentalmente al orden Andisols, que ocupan un 17,74%. De todos ellos, los más importantes en abundancia son el subgrupo Typic Melanocryands. Los Andisols son suelos derivados de cenizas volcánicas o piroclastos, caracterizados por bajas densidades aparentes y alta retención de fósforo, que oscilan entre 0,5 y 0,9 g/cm<sup>3</sup> y 85 a 98 ppm respectivamente. Además muestran un alto contenido de materia orgánica en complejos metal-humus, consistiendo en altos contenidos de aluminio; formando agregados estables, que les da gran porosidad, pero que al mismo tiempo pueden ser tóxicos. En el caso de los Typic Melanocryands, se trata además de suelos muy

profundos y cuya principal característica es la presencia de un potente horizonte melánico.

- Los contextos morfológicos Relieves de los márgenes de las cimas frías con un 27,59% de extensión; y Paisajes glaciares (por encima de los 3.000 msnm) ocupando el 13,16% del área total de estudio, muestran muchas similitudes ya que ambos pertenecen al dominio fisiográfico de Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real, por lo que se analizan en conjunto. Se localizan en el noroccidente del cantón, donde el régimen de temperatura del suelo cambia con la altura pasando desde isofrígido a isomésico. El régimen de humedad es principalmente údico y las pendientes más comunes van desde fuertes hasta moderadas, enlazando suavemente con hondonadas de carácter pantanoso. Los valles se encuentran ensanchados, parcialmente con acumulaciones morrénicas, circos y nichos de paredes suavizadas, y otros rasgos de carácter volcánico, junto con las marcas de una posterior acción fluvial.

Bajo estas condiciones se desarrollaron suelos del orden Andisols, que ocupan un 24,61% en el contexto de Relieves de los márgenes de cimas frías y un 8,31% en el contexto de Paisajes glaciares. Predominan en ambos casos los subórdenes Cryands y Udands, representados en mayor proporción por los subgrupos Typic Melanocryands; Pachic Melanudands; Typic, Alic, y Acrudoxic Hapludands. Los Andisols son suelos derivados de cenizas volcánicas o piroclastos, caracterizados por bajas densidades aparentes y alta retención de fósforo, que oscilan entre 0,5 y 0,9 g/cm<sup>3</sup> y 85 a 98 ppm respectivamente. Además muestran un alto contenido de materia orgánica en complejos metal-humus, consistiendo en altos contenidos de aluminio; formando agregados estables, que les da gran porosidad, pero que al mismo tiempo pueden ser tóxicos. La mayoría son suelos profundos o moderadamente profundos, tienen texturas medias y con buen drenaje. Se identifican en el campo por su reacción al fluoruro de sodio (NaF) en los 60 cm superiores del suelo. También, en general, son suelos que destacan por su alta capacidad de retener agua, por lo cual se trata de proteger los páramos que naturalmente se asocian a estos suelos.

También se han identificado en el contexto de Relieves de los márgenes de cimas frías, suelos pertenecientes al orden de los Inceptisoles, representando un 2,72% del área de estudio. Como en el caso anterior, se trata de suelos con un grado de desarrollo incipiente que, en este caso, incluyen varios subgrupos Andic Dystrudepts, Dystric Eutrudepts, Humic Dystrudepts y Ruptic Ultic Dystrudepts. El subgrupo más abundante es Andic Dystrudepts, caracterizado por el predominio del carácter ácido.

- El cuarto contexto en importancia territorial es el de Medio aluvial de Sierra, que se extiende como venas a lo largo del territorio centro y sur del cantón y representa un 3,81% de la extensión del cantón. El régimen de temperatura del suelo va desde isomésico a isotérmico, y el de humedad es ústico y údico. Las geoformas en las que aparecen son los depósitos coluvio-aluviales antiguos y recientes, en pendientes medias a fuertes.

En este contexto se formaron igualmente Inceptisols, que representan un 1,20% del total del área de estudio. Son suelos con un nivel de desarrollo incipiente y en el caso concreto de este dominio fisiográfico, se han descrito Humic Dystrudepts y Vertic Dystrudepts, lo que indica en el primer caso la presencia de un horizonte superficial

con alto contenido de materia orgánica y, en el segundo, un contenido elevado de arcillas que se encogen y expanden con la cambiante humedad del suelo y que se expresa temporalmente mediante grietas.

## 8.2. Velocidad de infiltración

La velocidad de infiltración que predomina en el cantón San Fernando es de la clase Moderadamente lenta con 3.804 ha (26,96%), seguida por la clase Muy lenta con 2.226 ha (15,77%), continúa la clase Moderada 820 ha (5,81%), a continuación la clase Moderadamente rápida con 493 ha (3,49%) y finalmente la clase Lenta con 137 ha (menos del 1%). En estos suelos las clases de texturas son franca, franco-arenosa, franco-arcillosa, franco arcillo-arenosa, arcillosa, arcillo-limosa y arcilla pesada. Se localizan en pendientes planas, muy suaves, suaves, medias, medias a fuertes, fuertes, muy fuertes y escarpadas, y la mayoría en régimen de humedad údico y ústico.

En el caso de los suelos en los que la velocidad de infiltración se ha descrito como Muy lenta a pesar de que las clases texturales son franco-arenosas y franco-arcillo-arenosas, esta aparente incoherencia de los datos puede deberse a la existencia de horizontes compactados debido a la labor del suelo o al pastoreo. También en el caso de los Andisols, debido a que se trata de suelos cuyos horizontes superficiales presentan altos contenidos de materia orgánica, esta velocidad de infiltración lenta puede justificarse por la repelencia hídrica inducida por algunos compuestos orgánicos.

## 8.3. Capacidad de uso de las tierras

De los resultados obtenidos se concluye que el cantón San Fernando, que ocupa una superficie total de 14.113 ha coincidiendo con el total estudiado, es de difícil aprovechamiento agrícola en la mayoría de su extensión, no obstante hay zonas que pueden presentar superficies con potencial, si bien, sería necesario llevar a cabo sobre ellas ciertas medidas de corrección de los limitantes encontrados. Para ello es necesario detectar de qué limitantes se trata y si podrían ser enmendados desde el punto de vista de su viabilidad técnica y económica.

A modo de resumen, en el cantón San Fernando las diferentes clases de capacidad de uso de las tierras, así como sus correspondientes limitantes para el aprovechamiento agrícola, se reparten de la siguiente manera:

- Clase IV. Se ubica geográficamente en el sector el sur y oriente del cantón y representa el 5,57% del área de estudio. Corresponde a tierras cultivables cuyos principales limitantes se deben a la pendiente, la fertilidad y la profundidad efectiva de los suelos. En el caso de la pendiente, caracterizada como media en todos los casos, este factor podría impedir el uso de maquinaria, de modo que sería necesario llevar a cabo una labranza ocasional, restringida a las labores agrícolas imprescindibles, realizando labores complementarias de forma manual. Además, se recomienda llevar a cabo algunas medidas preventivas a fin de evitar la erosión del suelo. Respecto a la baja fertilidad, este factor es fácilmente enmendable desde el punto de vista técnico, pues requeriría de la utilización de fertilización química o abonos orgánicos que permitiesen mejorar la productividad de los cultivos. En los suelos poco profundos se recomienda la selección de cultivos con poco desarrollo

radicular, o si la poca profundidad del suelo es debida a horizontes subsuperficiales compactados se puede realizar un subsolado para romper dicha cementación.

- Clase VI. Se ubica geográficamente en zonas dispersas del sector sur del cantón y representa el 5,60% del área de estudio. Corresponde a tierras no cultivables, a no ser que se lleven a cabo sobre las mismas medidas correctoras algo más costosas. Los principales limitantes de esta clase están relacionados con la pendiente, que es fuerte en gran parte del territorio, la baja o muy baja fertilidad y el régimen de humedad ústico del suelo. A su vez una parte del territorio presenta limitación por toxicidad de los suelos. El obstáculo de la pendiente, que limita en gran medida las labores de la maquinaria, puede ser resuelto con una labranza manual y la adopción de algunas medidas preventivas como la labranza y la siembra en contorno o los cultivos en fajas, a fin de evitar la erosión del suelo. La baja o muy baja fertilidad igualmente implica que, para cultivar estas tierras, es necesario llevar a cabo tareas previas de acondicionamiento como la utilización de fertilización química o abonos orgánicos. El régimen de humedad del suelo ústico hace referencia al hecho de que la disponibilidad de agua para las plantas no es constante a lo largo del año, pudiendo concurrir períodos secos. En estos casos, en función del tipo de cultivo y de la rentabilidad económica de la producción, podría recomendarse la instalación de riego. En los casos que aparece toxicidad por aluminio y acidez, se recomienda programar trabajos de encalado, así como utilizar cultivos adaptados a suelos más ácidos.
- Clase VII. Se ubica geográficamente en el sector centro del cantón y en el extremo sur y sur occidental del mismo; representado el 19,44% del área de estudio. Corresponde a tierras cuyas limitaciones recomiendan un uso no agrícola, sin embargo, con la suficiente inversión técnica y económica, podrían salvarse las principales limitaciones encontradas. Éstas están relacionadas nuevamente con la fuerte pendiente, los valores bajos y muy bajos de fertilidad, la poca profundidad efectiva, el régimen de temperatura del suelo isomésico, la alta toxicidad por aluminio e hidrógeno intercambiables y en algunos casos la frecuente pedregosidad. Los tres primeros limitantes pueden abordarse de forma similar a como se ha propuesto para las clases anteriores: adoptando una labranza manual en vez de mecanizada tanto por la pendiente como por la pedregosidad, empleando fertilización química o abonos orgánicos a fin de incrementar los valores de fertilidad y seleccionar cultivos con poco desarrollo radicular o bien realizar un subsolado para romper la cementación en el caso de los horizontes subsuperficiales compactados. Respecto al limitante que supone el régimen de temperatura isomésico, éste hace referencia al hecho de que la temperatura media del suelo sea demasiado fría para el desarrollo de los cultivos. En estos casos, en función del tipo de cultivo y de la rentabilidad económica de la producción, se podría recomendar la selección de cultivos que se desarrollen correctamente a temperaturas más frías. En el caso de la toxicidad las recomendaciones son las mismas que para los casos anteriores, programar trabajos de encalado, así como utilizar cultivos adaptados a suelos más ácidos.
- Clase VIII. Se ubica geográficamente en el sector el sector norte, centro y parte del sur del cantón y representa el 60,89% del área de estudio. Estas tierras tienen las mismas limitantes que los de la clase VII, es decir, fuerte pendiente, valores bajos y muy bajos de fertilidad, poca profundidad efectiva, régimen de temperatura del suelo isomésico, la alta toxicidad por aluminio e hidrógeno intercambiables y frecuente pedregosidad, pero se muestran más severos y generalizados. Todos ellos, en combinación, dificultan en gran medida la capacidad agrológica del suelo, por lo que

se recomienda reservar estas tierras al uso pecuario o forestal con fines de conservación para evitar su erosión.

#### 8.4. Dificultad de labranza

Teniendo en cuenta los resultados de la capacidad de uso de las tierras, la mayoría de los suelos del cantón San Fernando tienen una productividad agrícola severamente limitada por lo que deberá mantenerse en todo momento la vegetación arbustiva y/o arbórea con fines de protección, desestimando su puesta en cultivo debido a los elevados costes económicos derivados de las fuertes limitaciones. No obstante, tal y como se ha visto, mediante una buena inversión de recursos técnicos y económicos algunas de las tierras pueden ser puestas en cultivo.

A su vez, los resultados de la dificultad de labranza reflejan que en determinadas zonas, la labranza puede no resultar viable. Es necesario, por lo tanto, analizar la distribución de las tierras en función de la dificultad de labranza para determinar qué tipo de restricciones implica el arado en este cantón:

- Clase 2. Se localiza en unas pequeñas áreas dispersas al noreste del cantón, eglobadas dentro de las tierras de la Clase IV. Representa el 1,94% de la superficie estudiada. Se trata de las tierras con mejores aptitudes para la labranza, siendo su única limitación las pendientes ligeras que en algunos casos pueden limitar el acceso de la maquinaria.
- Clase 3. Se distribuye geográficamente en pequeños sectores de la zona occidental, apareciendo también en el sector oriental. Finalmente aparece de forma parcheada en el sector sur, desde la población de Pacay hacia el sur. Representa el 14,26% del área de estudio. Corresponde a tierras con unas buenas condiciones para la labranza con algunas limitaciones. El limitante más importante es la pendiente, que se ha descrito como media, y de media a fuerte en la mayor parte del territorio ocupado por esta clase. En menor grado y con menor extensión de afección a las tierras, existen limitaciones por compacidad de horizontes y régimen de humedad ústico. Por último, también se han encontrado limitaciones por escasa profundidad efectiva así como por presencia de elementos gruesos y pedregosidad en superficie, lo cual limita en estos suelos su labranza, siendo posible únicamente trabajar estas tierras de forma manual.
- Clase 4. Se distribuye geográficamente en diferentes sectores en el norte, sector oriental, suroriental y sur. Representando el 28,61% del área de estudio. Los factores limitantes principales son las pendientes medias y las fuertes. Cuando las pendientes sean medias se recomienda emplear sistemas de aterrazamiento, no obstante, las pendientes fuertes dificultan en gran medida el acceso de maquinaria agrícola, por lo que la labranza debe ser manual. A la pendiente se unen otros factores como frecuentes afloramientos rocosos en algunas tierras y la escasa y superficial profundidad efectiva. Afectando a una menor extensión de tierras, aparecen como limitaciones la textura en profundidad y en superficie, ya que predominan los suelos arcillosos en los que la labranza puede resultar complicada. A esto se une la compacidad y el régimen ústico de humedad del suelo, por lo que la labranza se deberá adaptar a periodos donde el suelo queda completamente seco. Además, en algunos suelos existen limitaciones por drenaje. Es por todas estas restricciones por las que estas tierras se reservan a un uso forestal con fines de conservación.

- Clase 5. Se ubica geográficamente ocupando la zona central y suroriental del cantón, en una amplia zona territorial que sigue una distribución noroeste-sureste y representa la clase mayoritaria con una extensión territorial del 46,73% del área de estudio. Corresponden a las zonas en las que la labranza se encuentra altamente restringida por una combinación de fuertes limitaciones. Las limitaciones principales son pendientes que varían desde medias hasta muy fuertes, la frecuente pedregosidad superficial, así como el gran tamaño de los cantos existentes, la profundidad efectiva de suelos poco profundos y superficiales, y la presencia de muchos, abundantes o incluso dominante elementos gruesos en el perfil de algunos suelos. Todas estas características limitan fuertemente la realización de labores agrícolas de forma mecanizada. Existen otras limitaciones con menor extensión territorial, como la clase textural en superficie y en profundidad arcillosas. Finalmente, se encuentra en algunos suelos limitación por un régimen de humedad del suelo ústico, y por la presencia de horizontes cementados. Por todo ello, conjuntamente a que las tierras de la presente clase coinciden exactamente con tierras de la Clase VIII de capacidad de uso de las tierras, el uso reservado para estas zonas es el forestal con fines de conservación.

De forma orientativa puede emplearse el Cuadro 8.1 para determinar qué prácticas de manejo o sistemas de labranza son recomendables en cada uno de las clases de dificultad de labranza.

**Cuadro 8.1. Prácticas de manejo de los suelos en función de la clase de dificultad de labranza**

| Práctica de manejo                         | Unidad espacial de aplicación | Clases de dificultad de labranza |   |   |   |
|--------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|---|---|
|                                            |                               | 1                                | 2 | 3 | 4 |
| No labranza                                | ha                            | X                                |   |   |   |
| Labranza mínima                            | ha                            | X                                | X |   |   |
| Labranza primaria                          | ha                            |                                  |   | X | X |
| Labranza secundaria                        | ha                            |                                  | X | X | X |
| Cama de siembra                            | ha                            | X                                |   |   |   |
| Labranza y siembra en contorno             | ha                            |                                  | X | X |   |
| Barreras vivas                             | m                             |                                  | X | X | X |
| Barreras muertas                           | m                             |                                  |   | X | X |
| Cultivos en fajas                          | ha                            | X                                | X | X |   |
| Pastoreo en rotación                       | ha                            |                                  |   | X | X |
| Cobertura muerta ( <i>mulching</i> )       | m                             |                                  |   | X | X |
| Cultivo de cobertura                       | ha                            |                                  | X | X |   |
| Rotación de cultivos                       | ha                            | X                                | X | X |   |
| Barbecho mejorado                          | ha                            |                                  | X | X |   |
| Aprovechamiento agroforestal               | ha                            |                                  |   | X | X |
| Enmiendas orgánicas animales               | kg/ha                         | X                                | X | X | X |
| Compost                                    | kg/ha                         |                                  |   | X | X |
| Abono verde (masa vegetal sin descomponer) | kg/ha                         | X                                | X | X | X |

| Práctica de manejo                  | Unidad espacial de aplicación | Clases de dificultad de labranza |   |   |   |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|---|---|
|                                     |                               | 1                                | 2 | 3 | 4 |
| Fertilización y enmiendas minerales | kg/ha                         | X                                | X | X | X |
| Terraza individual                  | m                             |                                  | X | X | X |
| Terraza de banco                    | ha                            |                                  | X | X | X |
| Terrazas de huerto                  | m                             |                                  |   | X | X |

Fuente: adaptado de MAG y MIRENEM, 1995. Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica.

## 8.5. Amenaza a erosión hídrica

Las clases de amenaza a erosión hídrica encontradas en el cantón San Fernando reflejan que, por las características del territorio, predominan áreas en las que existe el riesgo de erosión, siendo la clase Alta de amenaza a erosión hídrica mayoritaria. Los factores más influyentes son los geomorfológicos y climáticos, pues las pendientes son bastante pronunciadas en gran parte de la zona de estudio, con longitudes de pendiente muy largas, y la agresividad pluvial es muy elevada. Los factores edáficos, en cambio, son variables, ya que la profundidad efectiva de los suelos, así como las texturas predominantes favorecen los procesos erosivos, mientras los contenidos altos de materia orgánica y el medio y alto grado de protección vegetal mitigan estos mismos procesos. Debido a esto no es sencillo establecer su contribución a la erosión hídrica.

- Amenaza Media a erosión hídrica. Ocupan áreas al sur, norte y parte de los límites occidentales y orientales del cantón, representando el 37,07% del total del área de estudio. Esto significa que, en la mayor parte del territorio, no existe un riesgo importante de pérdida de suelo por erosión a corto plazo, aunque se recomienda tener en cuenta los aspectos característicos de estas tierras en la planificación agrícola para evitar futuros problemas de degradación (Cuadro 8.2).
- Amenaza Alta a erosión hídrica. Ocupa fundamentalmente todo el sector central del cantón y representa un porcentaje de aproximadamente un 52,43%. Estas zonas se encuentran más amenazadas por los procesos erosivos. Las pendientes son de medias a fuertes, la longitud de vertiente es muy larga, con predominio de pendientes convexas que concentran el flujo, y una agresividad pluvial muy fuerte. Sin embargo, teniendo en cuenta que la capacidad de uso agrícola de estas tierras es baja (Clase VII y VIII), y la dificultad de labranza es alta (Clase 4 y 5), el mejor uso que podría darse a estos territorios es el forestal con fines de conservación.

**Cuadro 8.2. Sistemas de gestión de la erosión hídrica en función de la clase de amenaza erosiva de las tierras**

| Práctica de manejo                   | Unidad espacial de aplicación | CLASES AGROLÓGICAS |       |      |          |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------|------|----------|
|                                      |                               | Baja               | Media | Alta | Muy alta |
| Canal de guardia                     | m                             |                    |       | X    | X        |
| Acequias de ladera                   | m                             |                    | X     | X    | X        |
| Zanjillas de drenaje                 | m                             | X                  | X     | X    |          |
| Vía de agua empastada                | m                             | X                  | X     | X    | X        |
| Terrazas de desviación               | m                             |                    | X     | X    |          |
| Canal de desviación                  | m                             |                    |       | X    | X        |
| Canal de infiltración                | m                             |                    | X     | X    | X        |
| Camino de acceso                     | m                             | X                  | X     | X    | X        |
| Surcos en contorno                   | m                             | X                  | X     | X    |          |
| Surcos en contornos en pastizales    | m                             |                    | X     | X    | X        |
| Diques en contorno (melgas)          | m                             |                    |       |      | X        |
| Represa de agua                      | m                             |                    |       | X    | X        |
| Barreras vivas                       | m                             | X                  | X     | X    | X        |
| Barreras muertas                     | m                             |                    |       | X    | X        |
| Cobertura muerta ( <i>mulching</i> ) | m                             |                    | X     | X    |          |
| Control de cárcavas                  | ha                            |                    |       |      | X        |
| Control de deslizamiento             | ha                            |                    |       |      | X        |
| Control de inundación                | ha                            |                    | X     | X    | X        |

Fuente: adaptado de MAG y MIRENEM, 1995. Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica.

## 9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Amézquita, E. 1998. Propiedades Físicas de los Suelos y sus Requerimientos de Labranza; VII Congreso Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Quito, EC.
2. Arnoldus, J.M.J. 1977. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. *FAO Soils Bulletin* 34: 39–51.
3. Assouline, S. 2004. Rainfall- induced soil surface sealing: a critical review of observations, conceptual models and solutions. *Vadose Zone Journal* 3, 570–591.
4. Bolaños, J. 1989. Suelos en relación a labranza de conservación. Aspectos físicos. En: XI Seminario. Labranza de Conservación en Maíz. Documento de Trabajo, (CIMMYT-PROCIANDINO), Subregión Andina. México, pp.19–42.
5. Calvache, M. 2000. Evaluación de Sistemas de Labranza de Conservación; Tesis Doctoral UCE, Quito, EC.
6. Carmi, G., Berliner, P. 2008. The effect of soil crust on the generation of runoff on small plots in an arid environment. *Catena* 74, 37–42.
7. Carsel, R.F., Parrish R.S. 1988. Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics. *Water Resources Research* 24, 755–769.
8. Castro Correa, C., Aliaga, C., 2010. Evaluación de la pérdida de suelo, asociada al proceso de expansión urbana y reconversión productiva. Caso: comunas de Los Andes, Quillota y Concón, valle del Aconcagua; *Revista de Geografía Norte Grande*, 45: 41–49.
9. Chelo Morocho, E. 2008. Evaluación de la Erosión Hídrica. Provincia de Bolívar. Tesis Doctoral, UEB, Guaranda, EC.
10. CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos). 2011a. Geopedología y Amenazas Geológicas. Amenaza a Erosión Hídrica. Memoria Técnica del Cantón Jaramijó. Quito, EC.
11. CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos). 2011b. Geopedología y Amenazas Geológicas. Evaluación de las Tierras por su Capacidad de Uso. Memoria Técnica del Cantón Jaramijó. Quito, EC.
12. CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos), SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo), MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca), SIGAGRO (Agricultura de Precisión, Telemática y Sistemas de Información Geográficos), MRNNR (Ministerio de Recursos Naturales No Renovables). 2011. Catálogo de Objetos. Proyecto Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional. Componente 2: “Geopedología y Amenazas Geológicas”, Quito, EC.
13. CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos); PRONAREG (Programa Nacional de Regularización); INRHI (Instituto Nacional Ecuatoriano de Recursos Hídricos); DINAC (Dirección Nacional de Avalúos y Catastros); SECS (Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo); UCE (Universidad Central del Ecuador). 1990. Manual para Estudios de Suelos. Quito, EC.
14. De La Rosa, D. 2008. Evaluación Agro-Ecológica de Suelos para un Desarrollo Rural Sostenible. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, ES, 404 pp.

15. Decagon Devices, Inc. 2012. Mini Disk Infiltrometer. User's Manual. Version 10. Pullman. 30 pp.
16. Ditzler, C. 2002. Quality and Erosion. En: Lal R (Ed.). Encyclopedia of Soil Science. Dekker, New York, USA, pp. 1066–1068.
17. Duchaufour P, 1975. Manual de Edafología. Toray-Masson, Barcelona, ES, 476 pp.
18. Ebeid, M.M., Lal, R., Hall, G.F., Miller, E. 1995. Erosion effects on soil properties and soybean yield of a Miamian soil in Western Ohio in a season with below normal rainfall. Soil Technology 8, 97–108.
19. Echeverri, L., Moncayo, F. 2010. Erosividad de las lluvias en la Región Centro-Sur del Departamento de Caldas, Colombia. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín, 63(1): 5307–5318.
20. Elbersen, G.W., Benavides S.T., Botero, P.J. 1986. Metodología para Levantamientos Edafológicos. Segunda Parte: Especificaciones y Manual de Procedimientos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Bogotá, CO, 82 pp.
21. Erenstein, O. 2002. Small conservation farming in the Tropics and Sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. Agriculture, Ecosystems and Environment, 100, 17–37.
22. FAO (Food and Agriculture Organization). 2012. Reactivación de Cultivos Tradicionales en Ecuador.
23. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Guía para la Descripción de Suelos. Roma, Trad. R. Vargas. 1ª ed., Roma, IT, 99 pp.
24. 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, IT (Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw5s.pdf>, consultado 20 de enero del 2015).
25. FAO (Food and Agriculture Organization). 2000. Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelo. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO. no.8. Roma, IT, 232 pp.
26. FAO (Food and Agriculture Organization). 1992. Manual de Sistemas de Labranza para América Latina. Boletín de suelos de la FAO no. 66. Roma, IT, 193 pp.
27. Forero, M.C. 1984. Métodos de Levantamientos de Suelos (Primera parte). Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF), Bogotá, CO, 83 pp.
28. Fuentes, J. 1999. El Suelo y los Fertilizantes. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Ediciones Mundi-Prensa, 5ª ed., Madrid, ES.
29. García-Fayos, P. 2004. Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica. En: Valladares, F. 2004. Ecología del Bosque Mediterráneo en un Mundo Cambiante. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S.A. (Ed.) Madrid, ES, 309–334.
30. Gaspari, F. 2000. Plan De Ordenamiento Territorial en Cuencas Serranas Degradadas Utilizando Sistemas de Información Geográfica (S.I.G). Universidad Internacional de Andalucía, Sede Iberoamericana de la Rábida. Huelva, ES, 115 pp.
31. Gilley, J.E., Lane, L.J., Laflen J.M., Nicks, H.D., Rawls, W.J. 1988. USDA Water Erosion Prediction Project: New generation erosion prediction technology. En: Modeling, Agricultural, Forest, and Rangeland Hydrology. Symposium Proceedings.



- Pub. 07-88:260-263. Available from American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, USA.
32. Glogiewicz, J., Rivera Santana, J.E. 1998. Técnicas y sistemas de reforestación. En: Guías de Reforestación para las Cuencas Hidrográficas de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, San Juan, PR, pp.27–61.
  33. Holzapfel, E.A., Jara, J., Matta, R. 2001. Nivel de agua aplicado y fertirrigación bajo riego por goteo en cítricos. Agro-Ciencia, 20–31.
  34. Huttel, C., Zebrowski, C., Condard, P., 1999. Paisajes Agrarios en El Ecuador; IFEA-IGM-IPGH-IRD-PUCE, Quito, EC, 285 pp.
  35. IEE (Instituto Espacial Ecuatoriano), MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca)-SINAGAP (Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2012. Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional Escala 1:25.000. Geopedología. Cantón Sucre Sur, 108 pp.
  36. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador). 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).
  37. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador). 2006. Metodologías de Química de Suelos. Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Quito, EC, 51 pp.
  38. INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fósforo). 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Norcross, Potash and Phosphate Institute, USA, pp. 1–9.
  39. Jaramillo, D.F. 2002. El estudio espacial de los suelos. En: Jaramillo, D.F. (Ed.). Introducción a la Ciencia del Suelo. Medellín, CO, pp. 471–589.
  40. Johnson, W.M. 1963. The pedon and the polypedon. Soil Science of American Procedures 27, 212–215.
  41. Jordán, A. 2010. Manual de Edafología. Universidad de Sevilla. Sevilla, España, 7 pp.
  42. Klingebiel, A.A. Montgomery, P.H. 1961. Land Capability Classification United States Department of Agriculture (USDA). Handbook No 210, Washington, DC: USA Government Printing Office. 21 pp.
  43. Kutilek, M. Nielsen, D.R. 1994. Soil Hydrology. Catena. Cremlingen-Destedt, Germany.
  44. Landon, J.R. 1984. Tropical Soil Manual. Booker Agriculture. International Limited. Londres. 450 pp.
  45. Leyton, N. 2007. Evaluación de la Pérdida de Suelo y de su Calidad Asociada al Proceso de Expansión Urbana y Reconversión Productiva. Valle del Aconcagua, Comunidad de los Andes, Quillota y Concón. Universidad Santiago de Chile Santiago de Chile, CL, 128 pp.
  46. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), MIRENEM (Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas). 1995. Metodología para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica. San José, CR, 267 pp.
  47. MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2012. Reabre en Beneficio del Pequeño Agricultor; BOLETÍN DE PRENSA no. 106; Quito, EC.



48. MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador), PRAT (Programa de Regulación y Administración de Tierras Rurales). 2008. Metodología de Valoración de Tierras. Quito.
49. Morgan, R. 1997. Erosión y Conservación de Suelos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES, 343 pp.
50. Nearing, M.A., Foster G.R., Lane L.J., Finkner, S.C. 1989. A process-based soil erosion model for USDA. Water erosion prediction project technology. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 32: 1587–93.
51. Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, K., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. Science, 267, 1117–1123.
52. Porta, J., Lopez-Acevedo, M., Reguerin, R.M., Poch, C. 2014. Edafología: Uso y Protección de Suelos. Ed. Mundi-Prensa, 3ª ed., Madrid, ES, 607 pp.
53. Porta, J., López-Acevedo, M., Poch, R. 2008. Introducción a la Edafología: Uso y Protección del Suelo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES.
54. Porta, J., López-Acevedo, M. 2005. Agenda de campo de suelos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES, 541 pp.
55. Porta, J., López-Acevedo, M. y Roquero, C. 2003. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Ed. Mundi-Prensa, 3ª ed., Madrid, ES, 960 pp.
56. Rossiter, D.G. 2000. Methodology for soil resource inventories. Lecture Notes and Reference. 2nd revised version. Soil Science Division, International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC). Enschede, The Netherlands, 145 pp.
57. Saaty, T.L. 1990. Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process. Revised and reprinted, RWS Publications, Pittsburgh, PA, USA, 479 pp. (Original version published by McGraw-Hill, 1980).
58. SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo), MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca), CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos). 2008. Perfil de Proyecto: “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional”, Quito, EC.
59. SSS-USDA (Soil Survey Staff, United States Department of Agriculture). 2010. Claves para la Taxonomía de Suelos (Keys to Soil Taxonomy traducida en español), 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, USA, 365 pp.
60. SSS-USDA (Soil Survey Staff, United States Department of Agriculture). 2006. Claves para la Taxonomía de Suelos (Keys to Soil Taxonomy traducida en español), 10th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, USA, 330 pp.
61. SSS-USDA (Soil Survey Staff, United States Department of Agriculture). 1975. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. United States Department of Agriculture (USDA). Handbook No 463, 754 pp.
62. Suárez, J. 2001. Control de erosión en zonas tropicales. División Editorial y de Publicaciones Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, CO, 556 pp.
63. Tenge, A.J., Kaihura, F.B.S., Lal, R., Singh, B.R. 1998. Erosion effects on soil moisture and corn yield on two soils at Mlingano, Tanzania. American Journal of Alternative Agriculture 13, 83–89.

64. UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute). 1985. Manejo de la Cuenca del río Paute. Ecuador. 151 pp.
65. US Bureau of Reclamation. 1953. Reclamation Manual, Vol. V: Irrigated Land Use, Part 2. Land classification. United States Bureau of Reclamation (USBR), Denver, Colorado, USA.
66. Winckell, A., Marocco, R., Winter, T., Huttel, C., Pourrut, P., Zebrowski, C., Sourdat, M., 1997a. Los Paisajes Naturales del Ecuador: las Condiciones del Medio Natural. CEDIG-IPGH-ORSTOM-IGM. V.1 (Geografía Básica del Ecuador), Tomo 4 (Geografía Física), Quito, EC, 159 pp.
67. Winckell, A., Zebrowski, C., Sourdat, M. 1997b. Los Paisajes Naturales del Ecuador: las Regiones y Paisajes del Ecuador. CEDIG-IPGH-ORSTOM-IGM. V.2 (Geografía Básica del Ecuador), Tomo 4 (Geografía Física), Quito, EC, 417 pp.
68. Wischmeier, W.H., Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537. USDA, Science and Education Administration, US. Government Printing Office, Washington, DC, USA, 58 pp. Disponible en: <http://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF>
69. Wuddivira, M.N., Stone, R.J., Ekwue, E.I. 2009. Clay, organic matter, and wetting effects on splash detachment and aggregate breakdown under intense rainfall. Soil Science Society of America Journal 73, 226–232.
70. Yugcha, T. 1992. Mapa de Aptitudes Agrícolas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Regionalización Agraria PRONAREG. Quito, EC.
71. Zhang, R. 1997. Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer. Soil Science Society of America Journal 61, 1024–1030.
72. Zinck, J.A. 2012. Geopedología. Elementos de Geomorfología para Estudios de Suelos y de Riesgos Naturales. Special Lecture Notes Series. Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). Enschede, The Netherlands, 123 pp.

## 10. GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS DE SUELOS Y AGRICULTURA

**Abanico aluvial o cono de deyección.-** Formación superficial aluvial en el curso inferior de un torrente o en la salida de un río de un frente montañoso.

**Abono verde.-** Tipo de cultivo de cobertura que se agrega al suelo primariamente para incorporar nutrientes y materia orgánica. Este tipo de siembras no suelen emplearse para el consumo, sino que sólo se emplean para ser incorporadas al suelo posteriormente como fertilizante. Típicamente un cultivo de abono verde crece en el suelo por un período específico, luego se siega y entierra.

**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.

**Acequias de ladera.-** Canales artificiales contruidos para conducir el agua de la lluvia en terrenos con pendientes entre 10 y 30% en los cuales no es factible construir terrazas de base ancha, cuyo objetivo es aminorar la velocidad del agua que corre por la ladera disminuyendo el peligro de erosión.

**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.

**Ácido fúlvico.-** Dentro de las sustancias húmicas, las de peso molecular más bajo y color más claro, soluble en álcali y en ácido.

**Ácido húmico.-** Dentro de las sustancias húmicas, las de peso molecular y color intermedios, soluble en álcali pero insoluble en ácido.

**Ácuico.-** Régimen de humedad característico de suelos saturados con agua, con predominio de reacciones de reducción debido a la ausencia de oxígeno, lo cual determina la existencia de condiciones desfavorables para la actividad biológica.

**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.

**Afloramiento.-** Parte de una formación geológica (roca, mineral o fósil) que aparece en la superficie y es directamente accesible y observable.

**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 de gravitación.-** El agua que se desplaza, al interior, a través de o fuera del suelo por acción de la gravedad.

**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.



**Agua subterránea.-** La parte de la precipitación total que, en un tiempo dado, está pasando o permanece en el suelo y los estratos subyacentes, y está libre para moverse por gravedad.

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

**Aluminiointercambiable.-** Aluminio que ocupa sedes de intercambio. Se extrae con sal neutra no tamponada (KCl 1M; CaCl<sub>2</sub> ó BaCl<sub>2</sub>).

**Aluvial.-** Depositado por agua de río.

**Aluvión.-** Material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente de agua. Puede estar compuesto por arena, grava, limo o arcilla y es un material no consolidado.

**Análisis químico del suelo.-** Análisis 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.

**Año normal.-** Año que tiene más o menos una desviación estándar de la precipitación promedio anual tomada de una estadística de larga duración (30 años o más).

**Aprovechamiento agroforestal.-** Forma de manejo de los recursos naturales en la cual las especies leñosas (árboles y arbustos), son utilizados en asociación deliberada con cultivos agrícolas y con pastos, en una distribución espacial (topológica) y en el tiempo (cronológica) en rotación. El propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando el principio de sostenibilidad.

**Arcilla naturalmente dispersa.-** En suelos en los que abundan los óxidos de hierro (Oxisols, Ultisols), los óxidos actúan de cemento de las partículas de arcilla dando lugar a pseudolimos y pseudoarenas, por lo que el contenido de arcilla naturalmente dispersa será muy bajo.

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

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

**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 y constituida principalmente por granos de arena (85% o más). Puede estar cementada por carbonato cálcico, sílice o por óxidos de hierro.

**Árido.-** Régimen de humedad característico de suelos que permanecen secos en todo el perfil durante más o menos la mitad del año, pero en los que ninguna parte está húmeda más de tres meses consecutivos.

**Aridisol.-** Suelos minerales que tienen un régimen de humedad árido, un epipedón ócrico, pero no un horizonte óxico. Es un orden de la taxonomía del USDA.

**Barbecho mejorado.-** Técnica por la cual la tierra se deja sin sembrar o cultivar durante uno o varios ciclos vegetativos, con el propósito de recuperar y almacenar nutrientes y materia orgánica, además de evitar organismos patógenos, esperando a que sus ciclos terminen sin poder reproducirse a falta de hospedadores disponibles. También se suelen introducir regularmente las rotaciones con leguminosas, ya que éstas suministran nitrógeno al suelo a



través de su asociación simbiótica con las bacterias fijadoras del nitrógeno como las del género *Rhizobium*.

**Barniz de desierto.**- Cubierto o capa brillante que se forma sobre las piedras y la grava en regiones áridas.

**Barreras muertas.**- Ubicadas en contorno, incluyen materiales como gravas, piedras o troncos de madera, apilados de forma transversal a la pendiente y sostenidos por anclajes o estacas de madera con el fin de retener las partículas de suelo arrastradas por efecto de la escorrentía superficial. El modelo más conocido de barreras muertas son los muros de piedra.

**Barreras vivas.**- Hileras de plantas perennes, de crecimiento denso, sembradas en forma transversal o en contorno en las pendientes de las áreas de ladera, siguiendo las curvas de nivel. Suele emplearse en terrenos de hasta un 15% de pendiente.

**Basalto.**- Roca volcánica básica, negruzca, constituida esencialmente por plagioclasa y piroxeno. Puede estar presente el olivino.

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

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

**Brecha.**- Roca sedimentaria formada por elementos angulosos, que constituyen más del 50% de la roca y se hallan cementados.

**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.

**Cama de siembra.**- Sistema de cultivo en el que no se lleva a cabo ningún tipo de labranza en profundidad, sino que simplemente se remueve el suelo por medio de un rastrillo pulidor e inmediatamente se depositan las semillas.

**Camino de acceso.**- Caminos construidos en los laterales de las fincas agrícolas, reforzados en ocasiones con piedras, a fin de evitar la compactación del suelo cultivado y la consiguiente formación de escorrentía superficial.

**Canal de desviación.**- Surco realizado en el terreno de forma manual o mecanizada, que se sitúa preferentemente en la parte superior o media de una ladera con el fin de capturar la escorrentía procedente de las cotas superiores. Se construye transversalmente a la pendiente con un ligero desnivel (1%) para transportar el agua a una salida estabilizada. Presenta una sección con un ancho mínimo en la base de 0,2 m y una altura efectiva mínima de 0,2 m. Las dimensiones deben permitir evacuar un volumen de agua según la precipitación de diseño. Aguas abajo, adyacente a la excavación, se construye un camellón de altura y ancho similares a la profundidad del canal y a la anchura superior de la obra, respectivamente. El largo máximo es de 100 m. Las aguas del canal siempre deben evacuar en un área receptora estabilizada.

**Canal de guardia.**- Canal artificial construido para colectar el agua de las precipitaciones en terrenos con pendientes fuertes y muy fuertes (>40%) a una velocidad tal que no cause erosión lateral.

**Canal de infiltración.**- Canales sin desnivel construidos en laderas con el objetivo de captar el agua que escurre, disminuyendo los procesos erosivos al aumentar la infiltración del agua en el suelo. Pueden ser construidas de forma manual o mecanizada y se sitúan en la parte

media de las laderas con el fin de capturar y almacenar la escorrentía proveniente de las cotas superiores.

**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 de que se haya detenido todo el drenaje libre.

**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 o potencial total de los suelos para adsorber cationes, expresado en centimoles de carga por 100 g de suelo.

**Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE).-** CIC determinada al pH del suelo, para afectar poco al complejo adsorbente. Se puede calcular sumando el contenido de cationes básicos de cambio ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) y la acidez de cambio ( $\text{H}^+$ ).

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

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

**Carácter Oxic.-** Carácter referido a diferentes subgrupos de suelos de Inceptisols y Mollisols, en los cuales la CIC es inferior a 24 cmol/kg de arcilla, en Entisols la CIC debe ser inferior a 16 cmol/kg de arcilla y para Andisols se refiere a la presencia de un horizonte óxico.

**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.

**Catena.-** Secuencia de suelos formados a partir de un mismo material originario, que se sucede en una ladera y cuyas diferencias se deben a su posición topográfica en la ladera.

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

**Climosecuencia.-** Un grupo de suelos relacionados que difieren entre sí en ciertas propiedades, debido principalmente a la inclinación de la pendiente en que se formaron.

**Cobertura muerta (mulching).-** Es la técnica de cubrir la capa arable del suelo con material vegetal seco como hojas, hierba, ramitas, residuos del cultivo, paja etc. con el objetivo de mejorar la capacidad de infiltración hídrica y prevenir los procesos erosivos.

**Coefficiente de Extensibilidad Lineal (COLE).-** 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.

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

**Coloide.-** Material inorgánico y orgánico con partículas de tamaño muy pequeño y, por tanto, con gran área superficial, que usualmente presenta propiedades de intercambio o partículas orgánicas o inorgánicas de diámetro inferior 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.

**Compost.-** Aplicación a las tierras de cultivo de material orgánico, generalmente como mezcla de residuos vegetales y animales, tras sufrir un proceso de transformación similar a la humificación de la materia orgánica del suelo, por el que se eliminan los microorganismos patógenos y se originan compuestos orgánicos de alta estabilidad química y propiedades físico-químicas beneficiosas para el 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 como consecuencia de la precipitación sucesiva de algunos compuestos químicos alrededor de un núcleo.

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

**Conductividad hidráulica.-** Se refiere a la mayor o menor facilidad con que el suelo deja pasar el agua a través de él por unidad de área transversal a la dirección del flujo. Tiene las unidades de velocidad.

**Conglomerado.-** Roca detrítica coherente, de grano grueso con más del 50% de elementos detríticos (>2 mm) redondeados.

**Contexto Morfológico.-** Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre 10<sup>2</sup> a 10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>. Agrupan siempre a distintas geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del contexto morfológico definido. Los contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

**Control de cárcavas.-** Sistema de protección de la cabecera, paredes laterales y fondo de las cárcavas y establecimiento de canales de desviación en las mismas, utilizando materiales diversos como piedras, madera, gaviones y vegetación adaptada ecológicamente a la región.

**Control de deslizamientos.-** Técnicas de manejo orientadas fundamentalmente a suavizar la superficie de las depresiones o grietas para poder establecer cobertura vegetal y aumentar la estabilidad de las pendientes, evitando así los deslizamientos y derrumbes de tierras.

**Control de inundación.-** Sistemas de protección de las tierras en las que se combina la construcción de paredes de gaviones, diques de desviación, recanalización de cauces, muros de sedimentación y diseño de alcantarillas de drenaje, a fin de aumentar la infiltración y evitar la erosión hídrica.

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

**Crotovina (Krotovina).-** Antigua galería formada por animales en el horizonte del suelo, que ha sido llenada con materia orgánica o material de otro horizonte.

**Cuaternario.-** En Geología, periodo más moderno del Cenozoico. Comenzó al final del periodo terciario, hace 1,64 millones de años y abarca hasta nuestros días.

**Cultivos de cobertura.-** Se trata de cultivos en los que, en su segunda etapa de crecimiento, se conserva una buena capa de cobertura foliar que protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia y aumenta la rugosidad del terreno. Incluye cultivos como la caña de azúcar, sorgo forrajero, pastos de corte para ganado vacuno y algunas hortalizas como la papa, ayote, camote, zanahoria, rábano y remolacha.

**Cultivos en fajas.-** Técnica de cultivo que consiste en dividir el campo en fajas, generalmente horizontales y perpendiculares a la pendiente, sembradas de forma alterna con distintos tipos de cultivos que se complementan para conseguir una eficaz defensa del suelo frente a la erosión.

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

**Cutanes.-** Recubrimiento que ocurre sobre una superficie natural del suelo (agregados, poros o partículas) generalmente de diferente naturaleza (arcillas, Fe, Mn, materia orgánica, carbonatos) que fueron transportadas perfil abajo a través del suelo.

**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>.

**Desprendimiento de partículas.-** Mecanismo con el que se inician generalmente los procesos erosivos debido al impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie de suelo desprotegido, y que produce la ruptura de los agregados y transporte a distancia por efecto de la salpicadura.

**Detrito.-** Material suelto o sedimentario. Son los productos de la erosión, el transporte o la meteorización física y química. Un material detrítico conocido son las arcillas.

**Difusión.-** Movimiento molecular a lo largo del 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.

**Diques en contorno (melgas).-** Tipo de riego por superficie en el que el agua escurre a través de pequeños cauces (surcos) o en delgadas láminas que cubren íntegramente el terreno (melgas). Hidráulicamente, el objetivo de los surcos o melgas es hacer que el agua conducida se infiltre en cortos recorridos.

**Discontinuidad litológica.-** Presencia de dos materiales superpuestos y muy diferentes en el perfil. Se manifiesta por cambios abruptos en sentido vertical en la litología, detectables y que condicionan el comportamiento del suelo.

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

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

**Dominio Fisiográfico.-** Unidad territorial, que agrupa uno o más contextos morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glacial-periglacial) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se

diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de  $10^3$  a  $10^4$  km<sup>2</sup>.

**Duripán.-** Horizonte subsuperficial endurecido o cementado por iluviación de sílice, que no se disuelve al ser sumergido prolongadamente en agua o ácido clorhídrico.

**Edafología.-** Ciencia que estudia las condiciones del suelo en relación al 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 chroma menor o igual a 2.

**Endopedón.-** Horizonte de diagnóstico formado dentro de los suelos.

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

**Enmiendas orgánicas animales.-** Aplicación al terreno de residuos orgánicos de origen animal con el fin de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

**Epipedón.-** Horizonte de diagnóstico formado en la parte superior del suelo, oscurecido por materia orgánica.

**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 por su valencia.

**Erosión.-** Proceso natural enmarcado entre la litosfera, la atmósfera y la biosfera, que comprende el desprendimiento, transporte y posterior depósito de materiales de suelo o roca por acción de la fuerza de un fluido en movimiento. Los agentes erosivos más importantes son el agua y el viento, y la principal fuerza motriz es la gravedad.

**Escarpe.-** Segmento de ladera de pendiente elevada (>40%) y que no soporta sedimento. Evoluciona por caída de bloques y por deslizamientos.

**Escorrentía.-** Mecanismo erosivo que sigue al desprendimiento de partículas y que es característico de las lluvias intensas o duraderas. Se origina cuando el suelo no es capaz de absorber toda el agua de las precipitaciones, formándose un manto hídrico que fluye ladera abajo, arrastrando las partículas desprendidas y arrancando, a su vez, otras nuevas.

**Esquistos.-** Roca metamórfica, con estructura determinada por la orientación de los minerales. Derivada de lutitas y grauvacas y a veces de rocas ígneas básicas. Con granos minerales visibles a simple vista.

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

**Evapotranspiración (ETP).**- 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 de retirar la cosecha y que puede ser utilizado por el siguiente cultivo.

**Fertilización.**- Proceso por el cual se añade al suelo un tipo de compuesto mineral o conjunto de nutrientes en formas químicas saludables y asimilables por las raíces de las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo.

**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.

**Friabilidad.**- Resistencia que opone un fragmento de suelo, en estado húmedo a ligeramente húmedo, al ejercer una cierta presión sobre él entre el pulgar y el índice.

**Friable.**- Un término descriptivo de la consistencia, que se refiere a la facilidad con que se desmorona los suelos.

**Geoforma.**- Geoforma (o unidad geomorfológica) se puede definir como una porción del territorio, identificable con respecto a las de su entorno inmediato desde el punto de vista perceptivo, que presenta características homogéneas en cuanto a su génesis (procesos formadores), morfología (forma del terreno), morfometría (o análisis cuantitativo del relieve: pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente), procesos morfodinámicos actuantes y material constitutivo (formación geológica o depósito superficial sobre la que se asienta).

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

**Gigait.**- Microrelieve de los suelos producido por expansión y contracción por los mismos por los cambios de humedad. En partes planas forman microrelieve.

**Gleización o Gleyzación.**- Hace referencia a la formación de compuestos ferrosos, debido a la presencia de condiciones reductoras en el medio. Este proceso genera colores grises y/o moteos en el suelo y pone de manifiesto condiciones de mal drenaje o de niveles freáticos fluctuantes en el suelo.

**Grupo caolinítico.**- Minerales de arcilla 1:1 en los que la capa de silicio-oxígeno está 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.

**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.

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

**Hidroxilo.**- Grupo químico OH<sup>-</sup>.

**Horizonte de diagnóstico.**- Horizonte definido morfométricamente o, por lo menos, con la mayor precisión posible, con datos de campo y de laboratorio, para su utilización taxonómica.

**Horizonte genético.**- Capas de disposición horizontal o subhorizontal resultantes de la *horizonación* del material originario, por acción de procesos edafogénicos.

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

**Humificación.**- Proceso de descomposición de la materia orgánica conducente a la formación de humus.

**Humus.**- Fracción más o menos estable de la materia orgánica del suelo que queda después de haberse descompuesto la mayor parte de los residuos animales y vegetales aportados al suelo. Es de color oscuro.

**Índice melánico.**- Se utiliza este índice para diferenciar entre horizontes Ándicos-fúlvicos y Melánicos. Cuando el índice es  $< 1,65$  es usado como criterio para el diagnóstico de horizontes ándico-melánicos.

**Infiltración.**- Entrada de agua en el perfil de suelo tomada desde la superficie.

**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.

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

**Iones intercambiables.**- Iones retenidos por atracción eléctrica en la superficie con carga de los coloides y que pueden ser reemplazados por otros iones.

**Isofrígido.**- Régimen de temperatura característico de suelos con temperaturas de menos de  $10^{\circ}\text{C}$ , entre 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. El prefijo iso- hace referencia a que no existe variación de menos de  $5^{\circ}\text{C}$  a lo largo del año.

**Isohipertérmico.**- Régimen de temperatura característico de suelos con temperaturas de más de  $20/22^{\circ}\text{C}$ , entre 50 y 100 cm de profundidad. El sufijo iso- hace referencia a que no existe variación de menos de  $5^{\circ}\text{C}$  a lo largo del año.

**Isomésico.**- Régimen de temperatura característico de suelos con temperaturas de  $10$  a  $13^{\circ}\text{C}$ , entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año. El sufijo iso- hace referencia a que no existe variación de menos de  $5^{\circ}\text{C}$  a lo largo del año.

**Isotérmico.**- Régimen de temperatura característico de suelos con temperaturas de  $13$  a  $20/22^{\circ}\text{C}$ , entre los 50 y 100 cm de profundidad, durante todo el año, con una variación muy débil. El sufijo iso- hace referencia a que no existe variación de menos de  $5^{\circ}\text{C}$  a lo largo del año.

**Labranza mínima.**- Remoción mínima del suelo necesaria para la producción de cultivos.

**Labranza primaria.**- Aquella que se hace con arado de discos o de vertedera, con cinceles, subsolador o rastras pesadas para descompactar capas endurecidas e incorporar materia orgánica, con el fin de facilitar el desarrollo de los cultivos. Es agresiva y profunda (hasta unos 35 cm) y produce mayor rugosidad en el terreno.

**Labranza secundaria.**- Aquella que remueve el suelo superficialmente (a una profundidad aproximada de 15 cm), proporcionando mayor fraccionamiento de terrones superficiales y nivelando el terreno. Suele llevarse a cabo con rastra de discos.

**Labranza y siembra en contorno o en curvas de nivel.-** Consiste en trabajar el suelo siguiendo las curvas de nivel y sembrar las plantas en hileras, siguiendo también las curvas de nivel.

**Labranza.-** Serie secuencial de acciones que conducen a obtener, a través del tiempo, un suelo ideal para el desarrollo de las raíces de las plantas, permitiendo su crecimiento y desarrollo sin restricciones. Se trata de una práctica orientada a corregir cualquier factor limitante que posea el suelo y controlar sus procesos degradativos.

**Laterización.-** También llamado ferralitización, es un proceso de lixiviación intensa de bases y de sílice que genera la acumulación de Fe en forma de óxido férrico. Son característicos de climas tropicales (cálido húmedo) y lleva a la formación de Oxisols.

**Levantamientos de suelos (levantamiento edafológico).-** Estudio de determinación del patrón de distribución geográfica del recurso suelo en un determinado territorio, basado, principalmente, en el estudio del terreno y la descripción de perfiles de suelos. En función del nivel de detalle, este proceso permite recopilar información sobre las características y propiedades de los suelos en una región específica, clasificarlos de acuerdo a un sistema de clasificación estándar y situar sus límites en un mapa.

**Levantamientos detallados.-** Estos levantamientos se desarrollan en áreas en las que no existen limitaciones de acceso, planas o casi planas, con elevado desarrollo y un alto potencial agropecuario. Este tipo de levantamientos exigen un muestreo de alta intensidad, por lo que permiten obtener un amplio conocimiento de los suelos de una zona, tanto de sus propiedades como de su extensión y ubicación exacta, pero implica elevados costes de ejecución.

**Levantamientos exploratorios.-** Este tipo de levantamiento se realiza en zonas extensas y/o de difícil accesibilidad, por lo que implica una baja intensidad de los trabajos de campo. Puede emplearse en cualquier tipo de relieve y la información que suministra este tipo de levantamiento es muy general, con escalas de elaboración de los mapas muy pequeñas (1:500.000 ó 1:1.000.000).

**Levantamientos generales.-** Este tipo de levantamiento se lleva a cabo en zonas amplias, con accesibilidad limitada y que, normalmente, muestran un potencial agropecuario moderado. La intensidad del trabajo de campo es también baja. Puede aplicarse a diferentes tipos de relieve, desde áreas montañosas con desarrollo medio a zonas planas u onduladas con bajo desarrollo. La información que suministran estos estudios permite formular recomendaciones generales de manejo para las explotaciones de la zona y la escala de publicación de los mapas es de 1:100.000.

**Levantamientos semidetallados.-** Los levantamientos correspondientes a este nivel se llevan a cabo en aquellas zonas que presentan buena accesibilidad y en formas de relieve desde planas a onduladas, con alto a medio desarrollo y un alto potencial agropecuario. La intensidad del trabajo de campo es moderada. Este tipo de levantamientos se emplean para establecer especificaciones de anteproyectos y son los precursores de estudios más detallados. La escala a la cual se publican los mapas es considerablemente más grande, generalmente de 1:25.000.

**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.

**Loess.-** Material transportado y depositado por el viento, que consiste principalmente en partículas del tamaño del limo.

**Macroporos.-** Poros grandes formados generalmente por raíces, insectos y otros animales pequeños en 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 parental.-** Material no consolidado, mineral u orgánico, a partir del cual se desarrolla el suelo.

**Melanización.-** Es la acumulación de materiales orgánicos de color oscuro, en alguna porción del suelo, generalmente recubriendo sus partículas o sus agregados minerales. Lleva a la formación de horizontes melánicos en Andisols, mólicos en Mollisols y úmbricos en Inceptisols.

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

**Mineralización.-** Conversión de un elemento en forma orgánica activa a un estado inorgánico como resultado de la descomposición microbiana.

**Movimientos en masa.-** Mecanismos erosivos a gran escala en los que se ve afectado, no sólo los primeros centímetros de suelo, sino hasta varios centímetros de profundidad. Tienen lugar cuando, debido a eventos de intensa precipitación el suelo se satura y, por efecto de la gravedad, se convierte en un fluido viscoso que fluye ladera abajo.

**Muestreo aleatorio de suelos.-** Se utiliza para áreas pequeñas muy homogéneas, donde se desconoce por completo el tipo de suelo. Se realizan varios sondeos y/o muestreos que luego servirán para la elaboración del mapa a partir de la información generada.

**Muestreo de suelos de ubicación específica o dirigido.-** Tipo de muestreo apoyado en la interpretación de geoformas, en el que, previamente, en gabinete, se seleccionan los puntos más representativos, teniendo en cuenta los factores formadores del suelo; y, posteriormente, en campo, se intenta cumplir con su ubicación, descripción y muestreo. Se obtiene así una variabilidad edáfica relacionada con las condiciones características del entorno.

**Muestreo de suelos en grilla.-** Muestreo sistemático diseñado basándose en el rango de auto-correlación espacial en el que los puntos se ubican en gabinete y son caracterizados en campo. La idea es ubicar los muestreos igualmente espaciados unos de otros y, a partir del producto, elaborar el mapa.

**Muestreo de suelos por zonas.-** Muestreo realizado con apoyo de insumos provenientes de la teledetección, en el que se analiza la variabilidad espacial y se seleccionan los puntos en los que existe diferenciación por tonalidad, textura y vegetación, entre otras.

**Muestreo de suelos.-** Primera etapa de caracterización del sistema edáfico, que consiste en la extracción del material que forma el suelo, de modo tal que tenga en cuenta la variabilidad y el manejo del mismo, así como el tipo de determinaciones analíticas que van a llevarse a cabo para su caracterización.

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

**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.

**Pastoreo en rotación.-** Tipo de pastoreo que deja al pasto descansar por un período de tiempo lo suficientemente largo como para que las plantas recuperen sus reservas y vuelvan a rebrotar. Generalmente se subdivide el campo en varias parcelas o franjas que serán



pastoreadas sistemáticamente de modo que mientras una parcela es pastoreada las demás descansan.

**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.

**Pedón.**- División arbitraria del edafopaisaje o volumen arbitrario de suelo, establecido como la unidad mínima que permite reconocer el suelo como una entidad individual y cuyas dimensiones laterales deben ser suficientes para permitir el estudio de las formas de los horizontes, naturaleza, disposición, variabilidad y relaciones entre los mismos.

**Pedregosidad.**- Expresa la proporción de elementos gruesos que se hallan en la superficie de un suelo y que interfieren con el laboreo.

**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 al material parental.

**Permafrost.**- Material permanentemente congelado que está debajo del solum o un horizonte permanentemente congelado.

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

**Perúdic.**- Régimen de humedad característico de suelos en los que las precipitaciones mensuales son más altas que la evapotranspiración y, en consecuencia, hay percolación del agua en el perfil durante todo el año y lixiviación de algunos elementos minerales útiles.

**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.

**Piroclastos.**- Fragmento sólido de material volcánico arrojado al aire en una erupción.

**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.

**Polipedón.**- Grupo o conjunto de pedones similares contiguos que definen la variabilidad espacial significativa con cambios laterales graduales y que representan la unidad espacial para la cartografía de suelos a escala grande (alto grado de detalle).

**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.

**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 reductimorfos.**- 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, en suelos francos y arcillosos) en más del 95% de la matriz.

**Pseudomicelios.**- Acumulaciones difusas, filiformes y discontinuas de calcita acicular. No se considera suficiente como criterio de diagnóstico para un endopodón cálcico.

**Puentes de arcilla.**- Arcilla iluviada que une granos minerales adyacentes.

**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.

**Régimen de Humedad del Suelo (RHS).**- Se refiere a la presencia o ausencia de agua en el suelo o en horizontes específicos en un año normal, ya sea de un manto freático o de agua retenida a una tensión menor a 1.500 kPa (punto de marchitez permanente), lo cual se encuentra estrechamente relacionado con la disponibilidad de agua para las plantas.

**Régimen de Temperatura del Suelo (RTS).**- Se refiere al valor de temperatura media anual medida a los 50 cm de profundidad del suelo, para los cuales se ha definido un rango relacionado con la actividad biológica. El RTS es descrito por la temperatura media anual del suelo, las fluctuaciones estacionales promedio con respecto a la media y el gradiente de temperatura más cálido y más frío por estación dentro de la zona de enraizamiento.

**Región.**- Región o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra. Una Región, típicamente con una extensión del orden de 104 a 105 km<sup>2</sup>, presenta, a esa escala de análisis, características de relieve condicionadas por las grandes estructuras geológicas (accidentes tectónicos y plegamientos mayores) y su evolución a lo largo del tiempo.

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

**Represa de agua.**- Muros o diques de contención construidos con materiales generalmente artificiales que permiten contener el caudal hídrico de los pequeños cauces y regueros con el fin de frenar la velocidad del agua en su bajada por las laderas, así como crear un reservorio temporal de agua para el uso agrícola.

**Rotación de cultivos.**- Consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en el tiempo. De esta forma se aprovecha mejor el abonado (al utilizar plantas con necesidades nutritivas distintas y con sistemas radiculares diferentes), se controlan mejor las malas hierbas y se reducen los problemas de plagas y enfermedades.

**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.

**Sección de control.**- Sección del perfil del suelo definida para facilitar la estimación de los regímenes de humedad, en la cual el límite superior es la profundidad a la cual un suelo seco (tensión de más de 1.500 kPa, pero no aire seco) será humedecido por 2,5 cm de agua en 24 horas; mientras que el límite inferior es la profundidad a la que un suelo seco será

humedecido por 7,5 cm de agua dentro de 48 horas, de forma que coinciden con las profundidades de enraizamiento para muchos cultivos.

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

**Silicatos.**- Minerales formadores de rocas que contienen silicio.

**Slickensides** (caras de deslizamiento).- Superficies pulidas que se forman cuando dos pedos se frotan entre sí cuando el suelo se expande en respuesta a la mojadura.

**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 ácido.**- Suelo que contiene un exceso de iones hidrógeno en la solución del suelo (acidez activa) y en la superficie de los coloides (acidez potencial o de reserva). 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 muestra efervescencia 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.**- Un suelo que contiene, en el solum, un alto porcentaje de materia orgánica (>15-20%)

**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 catiónico), o las dos condiciones a la vez.

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

**Suelo truncado.**- Suelo que ha perdido todo o parte del horizonte o los horizontes superiores.

**Suelo.**- Sistema natural dinámico, abierto a la atmósfera y a la corteza terrestre, compuesto por una serie de constituyentes sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gaseosos, que se encuentra sobre la corteza terrestre, ocupa un espacio y es caracterizado por una o ambas de las siguientes propiedades: presenta horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de procesos de adición, pérdida, transferencia y transformaciones de energía y materia; y/o actúa como soporte para el crecimiento de las plantas en el medio ambiente.

**Surcos en contorno en pastizales.**- Obra estratégica de captación de agua que, de forma análoga a los surcos en contorno utilizados en cultivos, permite incrementar la lámina de

agua infiltrada para incrementar la producción de forraje y disminuir las pérdidas de suelo por erosión.

**Surcos en contorno.**- Sistema de cultivo del suelo que permite realizar las labores agrícolas siguiendo líneas guía o curvas de nivel. Estas pueden ser trazadas a nivel (con todos sus puntos a igual cota) o bien con una suave pendiente de 0,2-0,5% para permitir el desagüe no erosivo del exceso de agua en eventos de precipitación intensa. Las líneas guías siguen fielmente el relieve del terreno y por lo general resultan curvas muy sinuosas y no paralelas.

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

**Terraza individual.**- Pequeñas plataformas redondas, semicirculares o cuadradas de aproximadamente 1,2 a 2 m de diámetro que se construyen antes de plantar árboles frutales o cultivos semi-permanentes, con el fin de captar el agua de escorrentía o precipitación, facilitando su almacenamiento e infiltración. Se suelen instalar en terrenos con pendientes comprendidas entre 20 y 50% y con un horizonte superficial de más de 30 cm de espesor.

**Terrazas de banco o bancales.**- Sistema de terrazas en forma de escalones continuos, generalmente amplios, aunque su amplitud varía con la pendiente y el cultivo concreto que se quiera establecer. La pendiente del banco es inversa, de un 5% aproximadamente. El sitio donde se construyen debe tener un suelo profundo, especialmente en lo que se refiere al grosor del horizonte superficial. El borde de la terraza debe ser protegido con vegetación permanente. Este tipo de terrazas aprovecha eficientemente el agua de lluvia o de riego y facilita el laboreo.

**Terrazas de desviación.**- Sistema de terrazas caracterizado por la existencia de sistemas de desagüe del exceso de agua hacia un cauce natural o empastado, que puede ubicarse en diferentes partes del terreno.

**Terrazas de huerto.**- Terrazas establecidas para el cultivo de árboles frutales en terrenos con pendientes fuertes de 50 a 60%. La distancia entre pendientes, por las fuertes pendientes, es menor que la distancia entre acequias de ladera, aunque depende de las especies a cultivar, desde los 6 ó 7 metros para cítricos y macadimia, hasta 9 ó 12 metros para árboles de aguacate o mango. El ancho del banco varía entre 1,4 a 1,5 metros. Son contruídas con una pendiente inversa a la pendiente general del terreno. Se usan zanjillas de drenaje para coleccionar el agua.

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

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

**Textura gruesa.**- Se refiere a una elevada cantidad de partículas gruesas en el suelo, indicando la presencia de un alto porcentaje de arena.

**Tierra.**- Área de la superficie del globo terrestre que se puede delinear, abarcando todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima y por debajo de su superficie. Comprende, además del propio suelo, todo el ambiente físico que lo rodea, incluyendo otros recursos, estructuras y procesos como el clima, el relieve, el medio hidrográfico y las poblaciones de flora y fauna. También hace referencia a los resultados de la actividad humana presente y pasada y, de hecho, este término se ha vinculado históricamente con la Agricultura y, en los tiempos más modernos, con el Medio Ambiente y colateralmente con la Industria.

**Tierras misceláneas.**- Unidad cartográfica que incluye aquellas superficies "sin suelo".

**Údico.-** Régimen de humedad característico de suelos que no están secos en todo el perfil durante más de tres meses consecutivos la mayoría de los años.

**Unidad cartográfica homogénea.-** Una unidad cartográfica es el conjunto de delineaciones en un mismo mapa que presentan las mismas propiedades y una significación parecida (misma definición e idénticos atributos, que varían dentro de un determinado intervalo). La unidad cartográfica base es el polipédón pero ésta sólo resulta representable en mapas muy detallados.

**Unidad Edáfica.-** Unidad representada por el mismo dominio fisiográfico/contexto morfológico, geoforma, formación geológica, pendiente, régimen de humedad y de temperatura del suelo, tanto en zonas de semidetalle como de reconocimiento.

**Unidad Geoclima.-** Unidad espacial que resulta de la combinación de la información geomorfológica (contexto morfológico, morfología o geoforma, formación geológica, pendiente, etc.) y la información climática (régimenes de humedad y temperatura de los suelos).

**Ústico.-** Régimen de humedad característico de suelos en los que la sección de control está seca en alguna o en todas sus partes por 90 días o más acumulativos en años normales, pero que, sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos. Este régimen de humedad es intermedio entre el régimen arídico y údico.

**Velocidad de Infiltración.-** Velocidad con que el agua penetra en el suelo y que reviste gran importancia debido a la variación de las características de suelo, tanto temporales como espaciales, durante el proceso dinámico que se produce por la interacción de la fase líquida del agua con la sólida de las partículas de suelo.

**Vía de agua empastada.-** Infraestructura utilizada para recolectar el agua de las estructuras denominadas canales de guardia, acequias y zanjillas de drenaje. Si existen vías de agua naturales en la región, se rectifican y profundizan considerando la cantidad de agua que debe evacuar en eventos críticos de precipitación. En caso contrario, se construyen en sentido longitudinal, ladera abajo.

**Zanjillas de drenaje.-** Pequeños canales artificiales más pequeños que los anteriores, cavados directamente en el terreno para recolectar y conducir el exceso del agua de las precipitaciones. Suelen emplearse en pendientes menos pronunciadas (< 10%).



## 11. ANEXOS

Anexo 1.- Equivalencias entre los subgrupos de suelos de acuerdo a la *Soil Taxonomy* (2006) y *Soil Taxonomy* (2010)

Anexo 2. Códigos de las variables que aparecen en la base de datos

Anexo 3. Categorización de las variables edáficas que aparecen en la memoria

Anexo 4. Productos generados en cada cartografía temática

Anexo 5. Fichas de campo de los perfiles referidos en esta memoria

## ANEXO 1. Equivalencias entre los subgrupos de suelos de acuerdo a la *Soil Taxonomy* (2006) y *Soil Taxonomy* (2010)

En el presente proyecto los suelos han sido clasificados siguiendo los criterios de la *Soil Taxonomy* en su décima y undécima edición (SSS-USDA, 2006). En la mayoría de los casos existe una concordancia entre ambas clasificaciones, sin embargo, para ciertos subgrupos la edición de 2010 incorpora algunas modificaciones. Todos aquellos subgrupos que en la clasificación de 2006 se califican con otro término en la de 2010, así como las condiciones que deben tenerse en cuenta para dicho cambio, se detallan de forma general en el siguiente Cuadro.

| Clasificación 2006           | Clasificación 2010                                                  |                                    |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                              | Tiene epipedón úmbrico o mólico                                     | No tiene epipedón úmbrico o mólico |
| Andic Dystrudepts            | Andic Humudepts                                                     | Andic Dystrudepts                  |
| Andic Dystrustepts           | Andic Humustepts                                                    | Andic Dystrustepts                 |
| Aquic Dystrudepts            | Aquic Humudepts                                                     | Aquic Dystrudepts                  |
| Aquic Eutrudepts             | Aquic Humudepts                                                     | Aquic Eutrudepts                   |
| Aquic Humic Dystrudepts      | Aquic Humudepts                                                     | Incoherente                        |
| Dystric Eutrudepts           | Eutric Humudepts                                                    | Dystric Eutrudepts                 |
| Fluventic Dystrudepts        | Incoherente                                                         | Fluventic Dystrudepts              |
| Fluventic Dystrustepts       | Incoherente                                                         | Fluventic Dystrustepts             |
| Fluventic Humic Dystrudepts  | Fluventic Humudepts o Cumulic Humudepts (si el epipedón es > 50 cm) | Incoherente                        |
| Humic Dystrudepts            | Typic Humudepts                                                     | Incoherente                        |
| Humic Dystrustepts           | Typic Humustepts                                                    | Incoherente                        |
| Humic Eutrudepts             | Eutric Humudepts                                                    | Incoherente                        |
| Humic Lithic Dystrudepts     | Lithic Humudepts                                                    | Incoherente                        |
| Humic Pachic Dystrudepts     | Pachic Humudepts                                                    | Incoherente                        |
| Humic Psammentic Dystrudepts | Psammentic Humudepts                                                | Incoherente                        |
| Oxic Dystrudepts             | Oxic Humudepts                                                      | Oxic Dystrudepts                   |
| Oxic Dystrustepts            | Oxic Humustepts                                                     | Oxic Dystrustepts                  |
| Oxyaquic Dystrudepts         | Oxyaquic Humudepts                                                  | Oxyaquic Dystrudepts               |
| Oxyaquic Eutrudepts          | Oxyaquic Humudepts                                                  | Oxyaquic Eutrudepts                |
| Typic Dystrudepts            | Incoherente                                                         | Typic Dystrudepts                  |
| Vertic Dystrudepts           | Vertic Humudepts                                                    | Vertic Dystrudepts                 |
| Vertic Dystrustepts          | Typic Humustepts                                                    | Vertic Dystrustepts                |
| Vitrantic Dystrudepts        | Vitrantic Humudepts                                                 | Vitrantic Dystrudepts              |
| Vitrantic Dystrustepts       | Vitrantic Humustepts                                                | Vitrantic Dystrustepts             |

Fuente: USDA, 2006 y 2010. Claves para la Taxonomía de Suelos

## ANEXO 2. Códigos de las variables que aparecen en la base de datos

| Variables de la base de datos | Descripción del campo                                            |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| OBJECTID                      | Código automático no editable generado para cada unidad geoclima |
| Shape                         | Descripción del tipo de información contenida en el polígono     |
| Region                        | Región fisiográfica                                              |
| Geoforma                      | Geoforma                                                         |
| Formacion                     | Formación geológica                                              |
| Litologia                     | Composición litológica                                           |
| Pendiente                     | Pendiente de la geoforma                                         |
| DesnivelRelativo              | Desnivel relativo medio de la geoforma                           |
| LongitudVertiente             | Longitud de la vertiente media de la geoforma                    |
| DensidadDrenaje               | Densidad de drenaje media de la geoforma                         |
| FormaDrenaje                  | Forma de drenaje de, conjunto de la geoforma                     |
| FormaValle                    | Forma del valle en la geoforma                                   |
| FormaCima                     | Forma de la cima en la geoforma                                  |
| FormaVertiente                | Forma de la vertiente en la geoforma                             |
| DominioFisiografico           | Dominio fisiográfico                                             |
| ContextoMorfologico           | Contexto morfológico                                             |
| Genesis                       | Génesis geológica                                                |
| sgt                           | Subgrupo taxonómico del suelo (Soil Taxonomy, 2006)              |
| s10                           | Subgrupo taxonómico del suelo (Soil Taxonomy, 2010)              |
| tsu                           | Textura superficial                                              |
| tpr                           | Textura en profundidad                                           |
| dna                           | Drenaje del suelo                                                |
| pef                           | Profundidad efectiva                                             |
| ped                           | Pedregosidad                                                     |
| ar                            | Afloramientos rocosos                                            |
| eg                            | Elementos gruesos                                                |
| tox                           | Toxicidad                                                        |
| phs                           | pH del suelo                                                     |
| sal                           | Salinidad                                                        |
| pnf                           | Profundidad del nivel freático                                   |
| rts                           | Régimen de temperatura del suelo tomado de la geoforma           |
| rhs                           | Régimen de humedad del suelo tomado de la geoforma               |
| mos                           | Materia orgánica del suelo                                       |
| ci1                           | Capacidad de intercambio catiónico                               |
| sab                           | Saturación en bases                                              |
| fet                           | Fertilidad                                                       |
| inu                           | Inundabilidad                                                    |
| cag                           | Capacidad agrológica del suelo                                   |
| fla                           | Factores limitantes para el uso agrícola                         |

| Variables de la base de datos | Descripción del campo                                                      |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| udm                           | Unidades de Manejo de Tierras                                              |
| cla_simb                      | Clase de dificultad de labranza                                            |
| scla                          | Factores limitantes para la labranza                                       |
| ula                           | Unidades de Manejo de Dificultad de Labranza                               |
| cla                           | Clase de dificultad de labranza                                            |
| cob_aeh                       | Cobertura vegetal del suelo                                                |
| tex_aeh                       | Textura del suelo                                                          |
| pef_aeh                       | Profundidad efectiva                                                       |
| pen_aeh                       | Pendiente general                                                          |
| mos_aeh                       | Materia orgánica del suelo                                                 |
| lve_aeh                       | Longitud de la vertiente donde se ubica el suelo                           |
| fve_aeh                       | Forma de la vertiente donde se ubica el suelo                              |
| gpv_aeh                       | Grado de protección vegetal del suelo                                      |
| ise_aeh                       | Índice de susceptibilidad a la erosión hídrica                             |
| lmf_aeh                       | Índice modificado de Fournier                                              |
| aeh                           | Amenaza a erosión hídrica                                                  |
| vir                           | Velocidad de infiltración real del doble anillo                            |
| vimd                          | Velocidad de infiltración del minidisco                                    |
| vic                           | Velocidad de infiltración calculada                                        |
| vicc                          | Velocidad de infiltración calculada corregida por pendiente de la geoforma |
| cge                           | Características generales del suelo                                        |
| ard                           | Área                                                                       |
| Shape_Length                  | Longitud del perímetro de la geoforma                                      |
| Shape_Area                    | Superficie de la geoforma                                                  |

Fuente: Consorcio Tracasa-Nipsa, 2015. *Guía para la Descripción de Suelos.*

### ANEXO 3. Categorización de las variables edáficas que aparecen en la memoria

#### Afloramientos rocosos

| A. Rocosos         | Símbolo | Descripción                                                                                                                                     |
|--------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sin                | S       | Sin afloramientos rocosos. No hay interferencia con el laboreo.                                                                                 |
| Muy Pocos          | MP      | Menores a 10 %, ligeramente rocoso. Hay interferencia con el laboreo aunque es posible el cultivo de plantas de escarda.                        |
| Pocos              | P       | 10 a 25%, moderadamente rocoso. Laboreo dificultado pero es posible la producción de heno y pastos mejorados.                                   |
| Frecuentes         | F       | 26 a 50%, muy rocoso. Es impracticable el uso de maquinaria agrícola pesada y sólo pueden utilizarse máquinas livianas y herramientas manuales. |
| Abundantes         | A       | 51 a 75%, excesivamente rocoso. No se puede utilizar maquinaria.                                                                                |
| Pedregoso o rocoso | R       | Mayor al 75%, extraordinariamente rocoso.                                                                                                       |

Fuente: FAO, 2009. *Guía para la Descripción de Suelos*; Porta y López-Acevedo, 2005. *Agenda de Campo*.

#### Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

| CIC      | Símbolo | Descripción                    |
|----------|---------|--------------------------------|
| Muy bajo | Mb      | 0 a 5 cmol/kg de suelo seco.   |
| Bajo     | B       | 5 a 10 cmol/kg de suelo seco.  |
| Medio    | M       | 10 a 20 cmol/kg de suelo seco. |
| Alto     | A       | 20 a 30 cmol/kg de suelo seco. |
| Muy alto | Ma      | >30 cmol/kg de suelo seco.     |

Fuente: Fuentes, 1999. *El suelo y los Fertilizantes*.

## Drenaje natural

| Tipo de drenaje | Símbolo | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Excesivo        | E       | Eliminación rápida del agua en relación al aporte de la lluvia. Suelos generalmente de texturas gruesas. Normalmente ningún horizonte permanece saturado durante varios días después de las precipitaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Bueno           | B       | Eliminación fácil del agua de lluvia, aunque no rápidamente. Suelos de textura media a fina. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante unos días después de las precipitaciones. Sin moteados en los 100 cm superiores o con menos de un 2%. El nivel freático se encuentra a profundidades mayores de 120 cm.                                                                                                                                                                     |
| Moderado        | M       | Eliminación lenta del agua en relación al aporte de la lluvia. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante más de una semana después del aporte de agua. Moteados del 2 al 20% entre 60 y 100 cm. Presencia de una capa de permeabilidad lenta, o un nivel freático alto (60-90 cm de profundidad).                                                                                                                                      |
| Mal drenado     | X       | Eliminación muy lenta del agua en relación al suministro. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Los horizontes permanecen saturados por agua durante varios meses. Rasgos gléicos (coloraciones oscuras, azuladas y verdosas). Problemas de hidromorfismo. Estas características se observan, por lo general, en zonas deprimidas y con régimen de humedad ácuico. Los moteados se distinguen usualmente desde la superficie. El nivel freático está generalmente cerca de la superficie. |

Fuente: Porta y López-Acevedo, 2005. *Agenda de Campo*; MAG y MIRENEM, 1995. *Metodologías para la Determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica*.

## Elementos gruesos

| E. gruesos   | Símbolo | Descripción                                                                    |
|--------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Ninguno      | N       | No posee elementos gruesos.                                                    |
| Muy pocos    | V       | 0 a 2% de elementos gruesos que no interfieren con el laboreo.                 |
| Pocos        | F       | 3 a 5% de elementos gruesos que no interfieren con el laboreo.                 |
| Común        | C       | 6 a 15% de elementos gruesos con ligera interferencia con el laboreo.          |
| Muchos       | M       | 16 a 40% de elementos gruesos, existe interferencia con el laboreo.            |
| Abundante    | A       | 41 a 80% de elementos gruesos, fuerte interferencia con el laboreo.            |
| Dominante    | D       | Mayor a 80% de elementos gruesos, no es posible el uso de maquinaria agrícola. |
| Línea rocosa | S       | Línea rocosa que impide totalmente el uso de maquinaria agrícola.              |

Fuente: FAO, 2009. *Guía para la Descripción de Suelos*; Porta y López-Acevedo, 2005. *Agenda de Campo*.

## Elementos gruesos (tamaño)

| Tamaño E. gruesos | Símbolo | Descripción  |
|-------------------|---------|--------------|
| Grava fina        | F       | 0,2 – 0,6 cm |
| Grava media       | M       | > 0,6 – 2 cm |
| Grava gruesa      | C       | > 2 – 6 cm   |
| Piedras           | S       | > 6 – 20 cm  |
| Cantos            | B       | > 20 – 60 cm |
| Cantos grandes    | L       | > 60 cm      |

## Fertilidad

| Fertilidad | Símbolo | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muy baja   | Mb      | Baja capacidad de intercambiar los cationes, muy baja disponibilidad de nutrientes debido al bajo pH y muy baja saturación de bases. Son suelos con texturas arenosas y contenidos de materia orgánica muy bajos. Además pueden presentar limitaciones por salinidad, con valores desde muy salinos a extremadamente salinos. |
| Baja       | B       | Escasa capacidad de intercambio de cationes, baja disponibilidad de nutrientes y baja saturación de bases. Son suelos con contenidos de materia orgánica bajos y de textura arenosa a areno-francosa. Además pueden presentar limitaciones por salinidad con niveles medios.                                                  |
| Mediana    | M       | Moderada capacidad de intercambio catiónico, buena disponibilidad de nutrientes y saturación de bases media. Estos suelos presentan clases texturales variables de arcillosas a francas, con contenidos de materia orgánica medios. En algunas ocasiones pueden presentar ligeras limitaciones por salinidad.                 |
| Alta       | A       | Alta capacidad de intercambio catiónico y alta saturación de bases. Son suelos con altos contenidos de materia orgánica, de texturas francas. Tienen una óptima disponibilidad de nutrientes. No presentan limitaciones por salinidad.                                                                                        |

Fuente: INIAP, 2009. Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos (Hoja de interpretación oficial); Porta et al., 2008. Introducción a la Edafología, Uso y Protección del Suelo; INPOFOS, 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos; Fuentes, 1999. El Suelo y los Fertilizantes; De la Rosa, 2008. Evaluación Agroecológica de Suelos.

## Inundabilidad

| Inundabilidad   | Símbolo | Descripción                                                                     |
|-----------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Sin o muy corta | O       | Suelos con ninguna presencia de agua o máximo durante un mes.                   |
| Corta           | C       | Suelos con presencia de agua durante uno a tres meses.                          |
| Mediana         | M       | Suelos con presencia de agua durante tres a seis meses.                         |
| Larga           | L       | Suelos con presencia de agua durante seis a nueve meses.                        |
| Permanente      | P       | Suelos permanentemente inundados, cubiertos de agua durante más de nueve meses. |

Fuente: Yugcha, 1992. Mapa de Aptitudes Agrícolas.

## Materia orgánica

| Materia orgánica | Símbolo | Descripción                                                            |
|------------------|---------|------------------------------------------------------------------------|
| Bajo (Costa)     | CoB     | Suelos de la Costa con un contenido de materia orgánica menor a 1%.    |
| Medio (Costa)    | CoM     | Suelos de la Costa con un contenido de materia orgánica de 1 a 2%.     |
| Alto (Costa)     | CoA     | Suelos de la Costa con un contenido de materia orgánica mayor de 2%.   |
| Bajo (Sierra)    | SiB     | Suelos de la Sierra con un contenido de materia orgánica menor a 3%.   |
| Medio (Sierra)   | SiM     | Suelos de la Sierra con un contenido de materia orgánica de 3 a 5%.    |
| Alto (Sierra)    | SiA     | Suelos de la Sierra con un contenido de materia orgánica mayor a 5%.   |
| Bajo (Amazonía)  | AmB     | Suelos de la Amazonía con un contenido de materia orgánica menor a 3%. |
| Medio (Amazonía) | AmM     | Suelos de la Amazonía con un contenido de materia orgánica de 3 a 6%.  |
| Alto (Amazonía)  | AmA     | Suelos de la Amazonía con un contenido de materia orgánica mayor a 6%. |

Fuente: INIAP, 2009. Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos. (Hoja de interpretación oficial).

## Pedregosidad

| Pedregosidad       | Símbolo | Descripción                                                                                                                                                          |
|--------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sin                | S       | No posee fragmentos gruesos.                                                                                                                                         |
| Muy pocas          | M       | < 10% de fragmentos gruesos que no interfieren con el laboreo.                                                                                                       |
| Pocas              | P       | 10 a 25% de fragmentos gruesos. Existe interferencia con el laboreo pero es posible el cultivo de plantas de escarda (maíz, plantas con raíces útiles y tubérculos). |
| Frecuentes         | F       | 26 a 50% de fragmentos gruesos. Existe dificultad para el laboreo aunque es posible la producción de pasto.                                                          |
| Abundantes         | A       | 51 a 75% de fragmentos gruesos. No es posible el uso de maquinaria agrícola.                                                                                         |
| Pedregoso o rocoso | R       | >75% de fragmentos gruesos en la superficie. Excesivamente pedregoso como para ser cultivado.                                                                        |

Fuente: FAO, 2009. Guía para la Descripción de Suelos; Porta y López-Acevedo, 2005. Agenda de Campo.

## Pedregosidad (tamaño)

| Tamaño de pedregosidad | Símbolo | Descripción   |
|------------------------|---------|---------------|
| Grava fina             | F       | 0,2 – 0,6 cm  |
| Grava media            | M       | > 0,6 – 2 cm  |
| Grava gruesa           | C       | > 2 – 6 cm    |
| Piedras                | S       | > 6 – 20 cm   |
| Cantos                 | B       | > 20 – 60 cm  |
| Cantos grandes         | L       | > 60 – 200 cm |

Fuente: FAO, 2009. Guía para la Descripción de Suelos; Porta y López-Acevedo, 2005. Agenda de Campo.

### Potencial de hidrógeno (pH)

| pH                    | Símbolo | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muy ácido             | Mac     | 0 a 5,0. Condiciones desfavorables para los cultivos; posible toxicidad de Al o Mn; deficiencia de cationes divalentes intercambiables.                                                                                                                                                                              |
| Ácido                 | Ac      | 5,0 a 5,5. Necesidad de encalar para la mayoría de los cultivos; deficiencia de P, Ca, K, N, Mg, Mo y N; exceso de Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Suelos sin carbonato cálcico. Actividad microbiana escasa.                                                                                                                    |
| Medianamente ácido    | MeAc    | 5,5 a 6,0. Baja solubilidad del P y disponibilidad regular de Ca y Mg; algunos cultivos como las leguminosas requieren encalado.                                                                                                                                                                                     |
| Ligeramente ácido     | Lac     | 6,0 a 6,5. Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.                                                                                                                                                                                                                                     |
| Prácticamente neutro  | PN      | 6,5 a 7,5 (excepto 7). Buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad de P; baja disponibilidad de los microelementos con excepción del Mo.                                                                                                                                                                |
| Neutro                | N       | 7,0. Condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.                                                                                                                                                                                                                                           |
| Ligeramente alcalino  | LAI     | 7,5 a 8,0. Posible exceso de Ca, Mg y carbonatos; baja solubilidad del P y microelementos con excepción del Mo; posible necesidad de tratar el suelo con enmiendas como por ejemplo el yeso. El desarrollo de varios cultivos puede verse inhibido.                                                                  |
| Medianamente alcalino | Mal     | 8,0 a 8,5. Posible exceso de sodio intercambiable; el crecimiento de la mayoría de los cultivos se encuentra inhibido; se hace necesario tratar el suelo con enmiendas.                                                                                                                                              |
| Alcalino              | Al      | >8,5. Exceso de sodio intercambiable (PSI >15 %); se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos existiendo la necesidad de tratar el suelo con enmiendas. Presencia de $MgCO_3$ en caso de no existir sodio intercambiable. Problemas de clorosis férrica en las plantas por deficiencia de Fe en el suelo. |

Fuente: INIAP, 2009. Niveles para la interpretación de análisis de suelos. (Hoja de interpretación oficial); Porta et al., 2003. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente.

### Profundidad efectiva

| Profundidad            | Símbolo | Descripción                                                                    |
|------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Muy superficial        | Ms      | La profundidad efectiva varía desde 0 a 10 cm desde la superficie del suelo.   |
| Superficial            | S       | La profundidad efectiva varía desde 11 a 20 cm desde la superficie del suelo.  |
| Poco profundo          | Pp      | La profundidad efectiva varía desde 21 a 50 cm desde la superficie del suelo.  |
| Moderadamente profundo | M       | La profundidad efectiva varía desde 51 a 100 cm desde la superficie del suelo. |
| Profundo               | P       | La profundidad efectiva es superior a 100 cm desde la superficie del suelo.    |
| Sin suelo              | Sin     | Roca, afloramientos rocosos.                                                   |

Fuente: MAGAP-PRAT, 2008. Metodología de Valoración de Tierras; UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute), 1985. Manejo de la cuenca del río Paute.

### Profundidad del nivel freático

| Prof. Nivel freático  | Símbolo | Descripción                                                                      |
|-----------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Muy superficial       | S       | Nivel freático en el rango de 0 a 10 cm desde la superficie del suelo.           |
| Superficial           | S       | Nivel freático en el rango de 11 a 20 cm desde la superficie del suelo.          |
| Poco profundo         | Pp      | Nivel freático en el rango de 21 a 50 cm desde la superficie del suelo.          |
| Medianamente profundo | M       | Nivel freático en el rango de 51 a 100 cm desde la superficie del suelo.         |
| Profundo              | P       | Nivel freático a una profundidad de más de 100 cm desde la superficie del suelo. |

Adaptado de: MAGAP-PRAT, 2008. Metodología de Valoración de Tierras; UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute), 1985. Manejo de la Cuenca del río Paute.

### Salinidad

| Salinidad             | Símbolo | Descripción                                                                             |
|-----------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| No salino             | NS      | < 2,0 dS/m. Nivel de sales que no limitan el rendimiento.                               |
| Ligeramente salino    | LS      | 2,0 a 4,0 dS/m. Nivel de sales ligeramente tóxico con excepción de cultivos tolerantes. |
| Salino                | S       | 4,0 a 8,0 dS/m. Nivel de sales tóxico en mayoría de cultivos.                           |
| Muy salino            | MS      | 8,0 a 16,0 dS/m. Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.                             |
| Extremadamente salino | ES      | >16,0 dS/m. Nivel de sales extremadamente tóxico en los cultivos.                       |

Fuente: INIAP, 2009. Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos (Hoja de interpretación oficial); UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute), 1985. Manejo de la Cuenca del río Paute.

### Saturación de bases

| Saturación de bases | Símbolo | Descripción                                                                                                                                                                 |
|---------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bajo                | B       | Menos de 35% de saturación. Suelos ácidos con deficiencias en bases intercambiables, principalmente calcio, magnesio y potasio. A estos suelos se los denomina desaturados. |
| Media               | M       | Entre 35 y 50% de saturación. Suelos medianamente o ligeramente ácidos, con una disponibilidad aceptable de calcio, magnesio y potasio para las plantas.                    |
| Alta                | A       | Más de 50% de saturación. Suelos neutros o ligeramente alcalinos con dominancia de calcio y sodio en el complejo de cambio. A estos suelos se los denomina saturados.       |

Fuente: INIAP, 2006. Metodologías de Química de suelos.

### Textura (superficial y en profundidad)

| Tipo de textura              | Arena (%)              | Limo (%)                 | Arcilla (%)              | Clase textural                                                      |                  |                      |
|------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|
| Textura gruesa               | 86-100<br>70-86        | 0-14<br>0-30             | 0-10<br>0-15             | Arena<br>Areno-francoso                                             | A<br>AF          | Suelos<br>arenosos   |
| Textura moderadamente gruesa | 52-70                  | 0-50                     | 0-20                     | Franco-arenoso                                                      | FA               | Suelos<br>francos    |
| Textura media                | 23-52<br>20-50<br>0-20 | 28-50<br>74-88<br>88-100 | 7-27<br>0-27<br>0-12     | Franco<br>Franco-limoso<br>Limoso                                   | F<br>FL<br>L     |                      |
| Textura moderadamente fina   | 20-45<br>45-80<br>0-20 | 15-52<br>0-28<br>40-73   | 27-40<br>20-35<br>27-40  | Franco-arcilloso<br>Franco-arcillo-arenoso<br>Franco-arcillo-limoso | FY<br>FYA<br>FYL |                      |
| Textura fina                 | 45-65<br>0-20<br>0-45  | 0-20<br>40-60<br>0-40    | 35-55<br>40-60<br>40-100 | Arcillo-arenoso<br>Arcillo-limoso<br>Arcilloso                      | YA<br>YL<br>Y    | Suelos<br>arcillosos |
| Textura muy fina             | 0-40                   | 0-40                     | 60-100                   | Arcilla pesada                                                      | YP               |                      |

Fuente: FAO, 2009. Guía para la Descripción de Suelos.

### Toxicidad

| Toxicidad           | Símbolo | Rango de concentración de $Al^{3+}$ (e $H^+$ ) o carbonatos | Descripción                                                                                                                                                |
|---------------------|---------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sin o nula          | S       | 0 meq Ca/100 ml y pH >5,5                                   | Ausencia de acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable, aplicable tanto para la Costa como para la Sierra. Ausencia de carbonatos, sin reacción al HCl. |
| Ligera (acidez)     | La      | < 0,5 meq/100ml                                             | Ligera acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable, aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.                                                   |
| Media (acidez)      | Ma      | 0,5-1,5 meq/100ml                                           | Media acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable, aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.                                                    |
| Alta (acidez)       | Aa      | >1,5 meq/100ml                                              | Alta acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable, aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.                                                     |
| Ligera (carbonatos) | Lc      | 0-10%                                                       | Reacción ligera al HCl, presencia de pequeñas burbujas. Contenido de carbonatos muy bajo y bajo.                                                           |
| Media (carbonatos)  | Mc      | 11-25%                                                      | Reacción moderada al HCl, presencia de burbujas con espuma baja. Contenido de carbonatos medio.                                                            |
| Alta (carbonatos)   | Ac      | >25%                                                        | Reacción fuerte y extremadamente fuerte al HCl, presencia de efervescencia con burbujas y espuma alta. Contenido de carbonatos alto y muy alto.            |

Fuente: FAO, 2009. Guía para la Descripción de Suelos; INIAP, 2009. Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos. (Hoja de interpretación oficial).

#### **ANEXO 4. Productos generados en cada cartografía temática**

La elaboración de la Cartografía Geopedológica y los mapas derivados genera una serie de productos que se detallan a continuación.

##### Mapa Geopedológico

- Documentos en los que se detalla la metodología y los procedimientos utilizados para la elaboración de la Cartografía Geopedológica: “Metodología\_Geopedología” y “Procedimientos”\_ Geopedología.
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. En esta File geodatabase se incluyen tablas con la siguiente información:
  - Tabla de datos para la cartografía temática: contiene información de las 26 variables vinculadas a cada una de las calicatas que se emplean para dar contenido a la cartografía generada. Esta tabla contiene información tanto del Mapa Geopedológico como del resto de los mapas temáticos.
  - Tablas de datos con la información recopilada en campo.
  - Tabla de datos con la información de los análisis reportados por los laboratorios.
  - Tablas de atributos o dominios: Cada uno de los datos obtenidos en campo y en laboratorio vienen definidos por códigos numéricos, de forma que su traducción se realiza a través de tablas de dominios, incluidas también en la Geodatabase.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón.
- Leyenda geopedológica extendida, por hoja y por cantón, en formato xls.
- BdD de fichas de campo de calicatas en formato Postgre SQL, que incluye datos de los análisis de laboratorio.
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón.

##### Mapa de Velocidad de Infiltración (VI)

- Documento metodológico para la generación de la cartografía temática de Velocidad de infiltración, “Velocidad\_Infiltracion”.
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. Es la misma que se genera para el Mapa Geopedológico, donde se incluyen los campos con la información referente a la Velocidad de infiltración.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón
- BdD de fichas de campo de calicatas, que incluye información con los datos de infiltración de doble anillo, en formato Postgre SQL.

- Memoria técnica y curva de ajuste de infiltración, elaborada por bloque (infiltrómetro de minidisco vs. doble anillo), junto con archivo Excel con el modelo de carga de los datos de velocidad de infiltración.
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón.

#### Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras (CUT)

- Documento con la metodología empleada para evaluar la Capacidad de uso de las tierras, "Metodología\_Capacidad\_Uso".
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. Es la misma que se genera para el Mapa Geopedológico, donde se incluyen los campos con la información referente a la Capacidad de uso de las tierras.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón.
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón.

#### Mapa de Dificultad de Labranza (DL)

- Documento en el que se detalla la metodología utilizada para generar la cartografía temática sobre Dificultad de labranza, "Metodología\_ Labranza".
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. Es la misma que se genera para el Mapa Geopedológico, donde se incluyen los campos con la información referente a la Dificultad de labranza.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón

#### Mapa de Amenaza a Erosión Hídrica (AEH)

- Documento en el que se detalla la metodología utilizada para la generación de la cartografía temática de Amenaza a erosión hídrica, "Amenaza\_Erosión\_Hídrica".
- Cartografía en File geodatabase de ArcGIS y en PostGIS de PostGRES, cortada por hoja y por cantón. Es la misma que se genera para el Mapa Geopedológico, donde se incluyen los campos con la información referente a la Amenaza a erosión hídrica.
- Salidas cartográficas en pdf. y mxd. ArcGis 10.1 por hoja 50.000 y por cantón
- Metadatos por hoja 50.000 y cantón

## **ANEXO 5. Fichas de campo de los perfiles referidos en esta memoria**

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NV\_F2-84-0057

FECHA: 23/07/2014 12:01:00

EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: CUENCA

Parroquia: CHECA (JIDCAY)

Coordenada X: -79,024938

Coordenada Y: -2,697102

Altitud: 3448,28

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: OCTUBRE-NOVIEMBRE-DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente de valle glaciar

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 70%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 100

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 70 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; ph 5,5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| Bw        | 70-100 cm        | color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5,5; reacción de alófana media, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico                                                                                    |
| 2BC       | 100-140 cm       | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4); estructura tipo masiva con bloques subangulares, tamaño medio y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño medio y tipo canales; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5,5;                                                                                                                                                                                                                                                   |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 70               | 77,54     | 10       | 12,46       | Franco arenoso     | 71     | 67      |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 70               | 0,34        | 0,31        | 0,32        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 70               | 5,81 | 25,84   | 1,68    | 0,05         | 0,09          | 0,71          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 70               | 0,02       | 27,58  |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 70               | 0,08          | 0,08         | 0,04          | 0,01          | 0,21                     | 19,39          | 1                       |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 70               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCI) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 70               |                        |          | 100                       |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NV\_D4-90-0030

FECHA: 24/06/2015 8:56:00

EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CAÑAR

Cantón: CAÑAR

Parroquia: GUALLETURO

Coordenada X: -79,012728

Coordenada Y: -2,608217

Altitud: 3711,95

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie inclinada

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 20%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Superficie Afectada %: -

Grado: -

Apectos Antrópicos: -

Grado: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 70

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



## 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 70 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño fino/delgado y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| 2C1       | 70-90 cm         | color principal en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave;                                                                                                                                              |
| 2C2       | 90-150 cm        | color principal en húmedo pardo grisáceo (10YR 5/2); estructura tipo masiva porosa, textura de campo arena gruesa; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera,                                                                                                                                                                                                           |

## 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

### DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 70               | 72,32     | 12,86    | 14,82       | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 70               | 0,36        | 0,36        | 0,37        |

### DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 70               | 6,45 | 33,73   | 1,05    | 0,06         | 0,24          | 1,05          |

### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 70               | 0,05       | 19,38  |                         |                                    |

### DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 70               | 0,15          | 0,08         | 0,5           | 0,24          | 0,97                     | 6,9            | 14                      |

### DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|

|   |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| A | 70 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 70               |                        |          | 98                        |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-97-0034

FECHA: 11/09/2014 9:33:00

EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Parroquia: ZHAGLLI (SHAGLLI)

Coordenada X: -79,333526

Cantón: SANTA ISABEL

Coordenada Y: -3,117343

Altitud: 3810,42

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de Lluvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO- FEBRERO- ABRIL- JULIO- AGOSTO- NOVIEMBRE

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie volcánica ondulada

Pendiente general: SUAVE (> 5 - 12 %)

Pendiente local: 10%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA CON PREDOMINANCIA DE VEGETACIÓN HERBACEA

Cultivos: VEGETACIÓN HERBÁCEA DE ALTURA (PARAMO)

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 25 - 50

Distribución entre Afloramientos m: 20 - 50

Clases de Tamaño: No se fracciona

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica y eólica

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Ligero

Apectos Antrópicos: Quema

Grado: Media

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 45

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 45 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular, tamaño fino a grueso y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 5; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| 2C        | 45-95 cm         | color principal en húmedo amarillo parduzco (10YR 6/8); estructura tipo grano simple, tamaño fino a medio y grado débil; textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; poco compacto; ph 5;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 45               | 67,64     | 16       | 16,36       | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 45               | 0,52        | 0,55        | 0,55        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 45               | 6,16 | 87,4    | 7,23    | 0,09         | 0,21          | 0,58          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 45               | 0,07       | 19,49  |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 45               | 0,07          | 0,22         | 0,02          | 0,05          | 0,36                     | 13,8           | 3                       |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 45               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCI) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 45               |                        |          | 99                        |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

|                               |  |                           |  |                             |  |
|-------------------------------|--|---------------------------|--|-----------------------------|--|
| PERFIL No.: CSp-NV_F1-97-0056 |  | FECHA: 29/06/2015 8:32:00 |  | EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra |  |
|-------------------------------|--|---------------------------|--|-----------------------------|--|

---

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Parroquia: SAYAUSI

Coordenada X: -79,272965

Cantón: CUENCA

Coordenada Y: -2,78772

Altitud: 3806,93

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrigido

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de Lluvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO-JUNIO-JULIO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 7

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente de valle glaciar

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

Pendiente general: MUY FUERTE (> 70 - 100 %)

Pendiente local: 75%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Influencia humana: Sin influencia

Cultivos: -

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 25 - 50

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Piedras

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Quema

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: 20 - 50

Cobertura: 10 - 25

Sueprficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: No se fracciona

Dureza: Poco

Grado: Ligero

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 90

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 45 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño muy fino y fino y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, raíces tamaño gruesas abundancia común, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de epipedón melánico |
| 2C1       | 45-90 cm         | color principal en húmedo pardo pálido (10YR 6/3); estructura tipo grano simple, textura de campo arena gruesa; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción difuso y topografía ondulado;                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2C2       | 90-140 cm        | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4); estructura tipo masiva, húmedo; compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo cantos grandes e intemperización poca o ninguna, ph 6;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 45               | 57,94     | 22,84    | 19,22       | Franco arenoso     | 32     | 21      |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 45               | 0,75        | 0,81        | 0,73        |

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 45               | 5,87 | 30,43   | 3,03    | 0,55         | 0,61          | 11,7          |

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 45               | 0,13       | 22,23  |                         |                                    |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 45               | 0,23          | 0,68         | 6,26          | 0,77          | 7,94                     | 15             | 53                      |

[illegible]

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 45               |                        |          | 98                        |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

|                               |  |                            |  |                          |  |
|-------------------------------|--|----------------------------|--|--------------------------|--|
| PERFIL No.: CSp-NV_F3-90-0040 |  | FECHA: 26/06/2015 12:09:00 |  | EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez |  |
|-------------------------------|--|----------------------------|--|--------------------------|--|

---

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Parroquia: SAN JOAQUIN

Coordenada X: -79,276154

Cantón: CUENCA

Coordenada Y: -2,9105

Altitud: 3992,1

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrigido

Inundación:

Mes de Ocurecia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurecia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 3

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente de valle glaciar

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 45%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Influencia humana: Sin influencia

Cultivos: -

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos

Erosión: Sin evidencias de erosión

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 10 - 25

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Poco

Grado: -

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 70

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



#### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 50 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 5,5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón melánico                                                                               |
| Bw        | 50-70 cm         | color principal en húmedo pardo (10YR 4/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo cantos e intemperización poca o ninguna, ph 5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de horizonte cámbico |
| Cr        | 70-90 cm         | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/6); no aplica; no descrito; ph 5; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| R         | 90-90 cm         | color principal en húmedo gris claro (2.5Y 7/2); no aplica; no descrito; ph 5;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

##### DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 50               | 74,32     | 10,86    | 14,82       | Franco arenoso     | 69     | 65      |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 50               | 0,49        | 0,4         | 0,39        |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 50               | 5,65 | 41,29   | 1,65    | 0,31         | 0,2           | 0,86          |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 50               | 0,07       | 27,21  |                         |                                    |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 50               | 0,14          | 0,37         | 0,52          | 0,34          | 1,37                     | 8,1            | 17                      |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

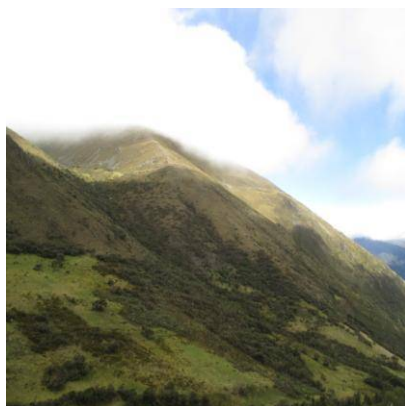
| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 50               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 50               |                        |          | 98                        |
|           |                  |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

|                                                                 |  |                            |                                                 |                          |                                   |
|-----------------------------------------------------------------|--|----------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| PERFIL No.: CSp-NV_F3-90-0042                                   |  | FECHA: 26/06/2015 14:22:00 |                                                 | EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez |                                   |
|                                                                 |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| 1. CLASIFICACIÓN:                                               |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| USDA 2006: Typic Melanocryands                                  |  | CLAVE: DCCC                | USDA 2010: Typic Melanocryands                  |                          | CLAVE: DCCC                       |
| 2. UBICACIÓN:                                                   |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Sistema Geográfico: WGS 84                                      |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Provincia: AZUAY                                                |  | Cantón: CUENCA             |                                                 |                          |                                   |
| Parroquia: CHAUCHA                                              |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Coordenada X: -79,321875                                        |  | Coordenada Y: -2,889855    |                                                 | Altitud: 3626,86         |                                   |
| 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:                      |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:                            |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrigidó               |  |                            | Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico        |                          |                                   |
| Inundación:                                                     |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Mes de Ocurrecia: NINGUNO                                       |  |                            | Duración en Meses:                              |                          |                                   |
| Período de LLuvias:                                             |  |                            | Duración en Meses: 3                            |                          |                                   |
| Mes de Ocurrecia: ENERO-FEBRERO-MARZO                           |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| 4. GEOMORFOLOGÍA:                                               |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Unidad morfológica: Vertiente rectilínea con fuerte disección   |  |                            | Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)         |                          | Pendiente local: 60%              |
| Geología (Material Parental): Formación Tarqui                  |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:                               |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Uso de la tierra: -                                             |  |                            | Cultivos: -                                     |                          |                                   |
| Influencia humana: Sin influencia                               |  |                            | Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA |                          |                                   |
| 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:                       |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Afloramiento Rocoso Cobertura %: < 10                           |  |                            | Distribución entre Afloramientos m: > 50        |                          | Clases de Tamaño: No se fracciona |
| Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Piedras |  |                            | Cobertura: 25 - 50                              |                          | Dureza: Poco                      |
| Erosión: Erosión hídrica o deposición                           |  |                            | Sueprficie Afectada %: 5-10                     |                          | Grado: Ligero                     |
| Apectos Antrópicos: Otros                                       |  |                            | Grado: Media                                    |                          |                                   |
| Encostramiento Grosor: Ninguno                                  |  |                            | Consistencia: -                                 |                          |                                   |
| Grieta Ancho: Ninguno                                           |  |                            | Distancia entre Grietas: -                      |                          | Profundidad: -                    |
| 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:                                  |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| Permeabilidad Escorrentía: Rapido                               |  |                            | Drenaje Natural: Bueno                          |                          |                                   |
| Profundidad del Nivel Freático: 0                               |  |                            | Tipo: Sin evidencia                             |                          |                                   |
| Profundidad efectiva del suelo cm: 75                           |  |                            | Tipo: Moderadamente profundo                    |                          |                                   |
| 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:                         |  |                            |                                                 |                          |                                   |
| FOTO PANORÁMICA:                                                |  |                            | FOTO PERFIL:                                    |                          |                                   |



#### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 75 cm        | color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo granular, tamaño fino/delgado y grado fuerte; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| Bw        | 75-85 cm         | color principal en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño muy fino/delgado y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 5; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de horizonte cámbico   |
| C         | 85-110 cm        | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/6); estructura tipo grano simple, textura de campo arena; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; no coherente; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización poca o ninguna, ph 5;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

#### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

##### DETERMINACIONES FÍSICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 75               | 49,18     | 30       | 20,82       | Franco             |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 75               | 0,54        | 0,53        | 0,56        |

##### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 75               | 5,94 | 24,49   | 12,92   | 0,26         | 0,86          | 9,87          |

##### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 75               | 0,08       | 27,83  |                         |                                    |

##### DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 75               | 0,23          | 0,35         | 7,51          | 1,66          | 9,75                     | 10,8           | 90                      |

##### DETERMINACIONES QUÍMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 75               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 75               |                        |          | 97                        |
|           |                  |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NV\_F3-90-0041

FECHA: 26/06/2015 13:28:00

EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: CUENCA

Parroquia: CHAUCHA

Coordenada X: -79,293959

Coordenada Y: -2,889902

Altitud: 3936,83

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 3

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Morrenas

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 20%

Geología (Material Parental): Depósitos glaciares

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Apectos Antrópicos: -

Grado: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

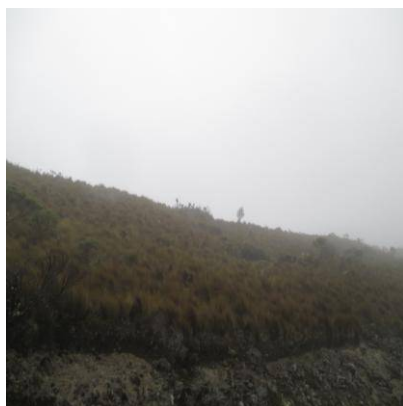
Profundidad efectiva del suelo cm: 30

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



#### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 30 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares con granular, tamaño fino/delgado y grado moderado; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 5,5; reacción de álófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| 2Cr       | 30-60 cm         | color principal en húmedo pardo amarillento claro (2.5Y 6/3); no aplica; no descrito; ph 5; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3Cr       | 60-120 cm        | color principal en húmedo gris (5Y 6/1); no aplica; no descrito; ph 5;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

#### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

##### DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 30               | 69,18     | 14,76    | 16,06       | Franco arenoso     | 55     | 51      |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 30               | 0,51        | 0,51        | 0,53        |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 30               | 5,75 | 45,73   | 1,78    | 0,4          | 0,23          | 1,19          |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 30               | 0,07       | 28,14  |                         |                                    |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 30               | 0,18          | 0,44         | 0,73          | 0,34          | 1,69                     | 4,5            | 38                      |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 30               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 30               |                        |          | 97                        |
|           |                  |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B3-97-0021

FECHA: 07/09/2014 16:33:00

EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SANTA ISABEL

Parroquia: ABDON CALDERON (LA UNION)

Coordenada X: -79,335423

Coordenada Y: -3,188417

Altitud: 3276

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Periodo de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ABRIL-JULIO-AGOSTO-NOVIEMBRE-ENERO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente heterogénea

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 57%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 10 - 25

Distribución entre Afloramientos m: 20 - 50

Clases de Tamaño: No se fracciona

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm:

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica y eólica

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Ligero

Apectos Antrópicos: Deforestación

Grado: Baja

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 65

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

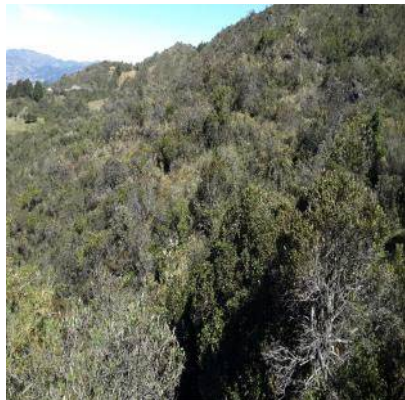


FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 28 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; abundancia mucha; ph 6; reacción de alófana fuerte, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón mólico |
| 2C        | 28-65 cm         | color principal en húmedo pardo pálido (10YR 6/3); estructura tipo grano simple, textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava media e intemperización moderado, ph 6; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2Cr       | 65-140 cm        | color principal en húmedo pardo muy pálido (10YR 8/2); no aplica; no descrito; ph 6;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 28               | 60,96     | 24       | 15,04       | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 28               | 0,62        | 0,87        | 0,89        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 28               | 6,46 | 17,27   | 5,67    | 0,25         | 1,39          | 4,58          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 28               | 0,07       | 14,1   |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 28               | 0,21          | 0,58         | 2,69          | 1,55          | 5,03                     | 19,5           | 26                      |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 28               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCI) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 28               |                        |          | 94                        |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NV\_F2-84-0057

FECHA: 23/07/2014 12:01:00

EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: CUENCA

Parroquia: CHECA (JIDCAY)

Coordenada X: -79,024938

Coordenada Y: -2,697102

Altitud: 3448,28

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Periodo de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: OCTUBRE-NOVIEMBRE-DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente de valle glaciar

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 70%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocosco Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 100

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 70 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; ph 5,5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| Bw        | 70-100 cm        | color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5,5; reacción de alófana media, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico                                                                                    |
| 2BC       | 100-140 cm       | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4); estructura tipo masiva con bloques subangulares, tamaño medio y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño medio y tipo canales; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5,5;                                                                                                                                                                                                                                                   |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 70               | 77,54     | 10       | 12,46       | Franco arenoso     | 71     | 67      |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 70               | 0,34        | 0,31        | 0,32        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 70               | 5,81 | 25,84   | 1,68    | 0,05         | 0,09          | 0,71          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 70               | 0,02       | 27,58  |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 70               | 0,08          | 0,08         | 0,04          | 0,01          | 0,21                     | 19,39          | 1                       |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 70               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 70               |                        |          | 100                       |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-ÑV\_C1-98-0009

FECHA: 04/09/2014 9:12:00

EDAFÓLOGO: Rommel Merchán

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CAÑAR

Cantón: CAÑAR

Parroquia: ZHUD

Coordenada X: -78,963165

Coordenada Y: -2,424771

Altitud: 3450,06

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea

Pendiente general: MEDIA A FUERTE (> 25 - 40 %)

Pendiente local: 38%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA FORESTAL

Cultivos: PINO (TEMPLADO)

Influencia humana: Vegetación ligeramente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Ligero

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 150

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1        | 0 - 30 cm        | Color principal en seco pardo muy oscuro (10YR 2/2); color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en seco suave, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; seco; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 7; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| A2        | 30-75 cm         | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; ph 7; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón melánico                                                                                                                                     |
| Bw        | 75-150 cm        | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio y grado moderado a fuerte; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, compacto; ph 7; tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A1        | 30               | 55,54     | 35,24    | 9,22        | Franco arenoso     | 77     | 59      |
| A2        | 75               | 71,54     | 21,24    | 7,22        | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A1        | 30               | 0,6         | 0,61        | 0,54        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A1        | 30               | 5,88 | 20,03   | 1,86    | 0,3          | 0,27          | 2             |
| A2        | 75               | 6,15 | 8,73    | 0,58    | 0,13         | 0,16          | 1,71          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A1        | 30               | 0,06       | 24,86  |                         |                                    |
| A2        | 75               | 0,03       | 15,55  |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A1        | 30               | 0,08          | 0,36         | 0,87          | 0,44          | 1,75                     | 5,1            | 34                      |
| A2        | 75               | 0,12          | 0,1          | 0,61          | 0,22          | 1,05                     | 6              | 18                      |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A1        | 30               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| A2        | 75               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCI) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A1        | 30               |                        |          | 97                        |
| A2        | 75               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-97-0034

FECHA: 11/09/2014 9:33:00

EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SANTA ISABEL

Parroquia: ZHAGLLI (SHAGLLI)

Coordenada X: -79,333526

Coordenada Y: -3,117343

Altitud: 3810,42

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de Lluvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO- FEBRERO- ABRIL- JULIO- AGOSTO- NOVIEMBRE

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie volcánica ondulada

Pendiente general: SUAVE (> 5 - 12 %)

Pendiente local: 10%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA CON PREDOMINANCIA DE VEGETACIÓN HERBACEA

Cultivos: VEGETACIÓN HERBÁCEA DE ALTURA (PARAMO)

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 25 - 50

Distribución entre Afloramientos m: 20 - 50

Clases de Tamaño: No se fracciona

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica y eólica

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Ligero

Apectos Antrópicos: Quema

Grado: Media

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 45

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 45 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular, tamaño fino a grueso y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 5; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| 2C        | 45-95 cm         | color principal en húmedo amarillo parduzco (10YR 6/8); estructura tipo grano simple, tamaño fino a medio y grado débil; textura de campo arena media; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; poco compacto; ph 5;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 45               | 67,64     | 16       | 16,36       | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 45               | 0,52        | 0,55        | 0,55        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 45               | 6,16 | 87,4    | 7,23    | 0,09         | 0,21          | 0,58          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 45               | 0,07       | 19,49  |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 45               | 0,07          | 0,22         | 0,02          | 0,05          | 0,36                     | 13,8           | 3                       |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 45               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 45               |                        |          | 99                        |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NV\_F3-90-0041

FECHA: 26/06/2015 13:28:00

EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: CUENCA

Parroquia: CHAUCHA

Coordenada X: -79,293959

Coordenada Y: -2,889902

Altitud: 3936,83

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 3

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Morrenas

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 20%

Geología (Material Parental): Depósitos glaciares

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Superficie Afectada %: -

Grado: -

Aspectos Antrópicos: -

Grado: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

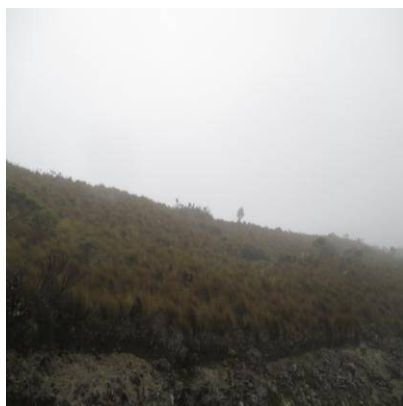
Profundidad efectiva del suelo cm: 30

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



#### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 30 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares con granular, tamaño fino/delgado y grado moderado; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 5,5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| 2Cr       | 30-60 cm         | color principal en húmedo pardo amarillento claro (2.5Y 6/3); no aplica; no descrito; ph 5; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3Cr       | 60-120 cm        | color principal en húmedo gris (5Y 6/1); no aplica; no descrito; ph 5;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

#### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

##### DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 30               | 69,18     | 14,76    | 16,06       | Franco arenoso     | 55     | 51      |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 30               | 0,51        | 0,51        | 0,53        |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 30               | 5,75 | 45,73   | 1,78    | 0,4          | 0,23          | 1,19          |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 30               | 0,07       | 28,14  |                         |                                    |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 30               | 0,18          | 0,44         | 0,73          | 0,34          | 1,69                     | 4,5            | 38                      |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 30               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 30               |                        |          | 97                        |
|           |                  |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

|                               |  |                            |  |                           |  |
|-------------------------------|--|----------------------------|--|---------------------------|--|
| PERFIL No.: CSp-NV_F3-94-0039 |  | FECHA: 26/06/2015 13:19:00 |  | EDAFÓLOGO: Carlos Briones |  |
|-------------------------------|--|----------------------------|--|---------------------------|--|

---

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Parroquia: BAÑOS

Coordenada X: -79,260603

Cantón: CUENCA

Coordenada Y: -2,966479

Altitud: 3762,56

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrigido

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO--ABRIL-MAYO-JUNIO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 6

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciár

Geología (Material Parental): Depósitos superficiales

Pendiente general: MUY SUAVE (> 2 - 5 %)

Pendiente local: 2%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Influencia humana: Sin influencia

Cultivos: -

Vegetación natural: NO APLICA

6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Piedras

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 10 - 25

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Poco

Grado: Ligero

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Lento

Profundidad del Nivel Freático: 60

Profundidad efectiva del suelo cm: 60

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Medianamente profundo

Tipo: Moderadamente profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



**9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1        | 0 - 20 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| A2        | 20-60 cm         | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5; reacción de alófana fuerte, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón melánico                                                             |
| 2Cr       | 60-65 cm         | color principal en húmedo amarillo (10YR 7/8); no aplica; no descrito;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:**

**DETERMINACIONES FISICAS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A1        | 20               | 75,44     | 11,74    | 12,82       | Franco arenoso     |        |         |
| A2        | 60               | 76,32     | 10,86    | 12,82       | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A1        | 20               | 0,36        | 0,4         | 0,39        |

**DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN**

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A1        | 20               | 5,63 | 38,77   | 0,69    | 0,15         | 0,02          | 0,41          |
| A2        | 60               | 5,94 | 27,43   | 1,78    | 0,13         | 0,02          | 0,32          |

**DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES**

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A1        | 20               | 0,04       | 21,31  |                         |                                    |
| A2        | 60               | 0,04       | 24,78  |                         |                                    |

**DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A1        | 20               | 0,1           | 0,17         | 0,4           | 0,16          | 0,83                     | 8,4            | 10                      |
| A2        | 60               | 0,11          | 0,11         | 0,28          | 0,12          | 0,62                     | 7,2            | 9                       |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A1        | 20               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| A2        | 60               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A1        | 20               |                        |          | 97                        |
| A2        | 60               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

|                               |  |                            |  |                           |  |
|-------------------------------|--|----------------------------|--|---------------------------|--|
| PERFIL No.: CSp-NV_F3-89-0035 |  | FECHA: 26/06/2015 10:09:00 |  | EDAFÓLOGO: Rommel Merchán |  |
|-------------------------------|--|----------------------------|--|---------------------------|--|

---

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Humicryepts

CLAVE: KDAE

USDA 2010: Andic Humicryepts

CLAVE: KDAE

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Parroquia: CHAUCHA

Coordenada X: -79,327516

Cantón: CUENCA

Coordenada Y: -2,960273

Altitud: 3812

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrigido

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 6

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Superficie inclinada

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 20%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA CON PREDOMINANCIA DE VEGETACIÓN HERBACEA

Influencia humana: -

Cultivos: VEGETACIÓN HERBÁCEA DE ALTURA (PARAMO)

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Piedras

Erosión: Sin evidencias de erosión

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 10 - 25

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Moderado

Grado: -

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 30

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



#### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 30 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 5,5; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| C1        | 30-55 cm         | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/8); estructura tipo grano simple, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, no coherente; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización moderado, ph 5,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;                                                |
| C2        | 55-68 cm         | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4); estructura tipo grano simple, textura de campo arena; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo intersticial; no coherente; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo grava fina e intemperización moderado, ph 5,5; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2Bw       | 68-105 cm        | color principal en húmedo amarillo parduzco (10YR 6/6); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño grueso/espeso y grado fuerte; textura de campo arcillo-arenoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño medio y tipo canales; compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 5,5; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3C3       | 105-140 cm       | color principal en húmedo pardo amarillento claro (10YR 6/4); estructura tipo masiva, textura de campo arcillo-arenoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño medio y tipo canales; compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 5,5;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

#### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

##### DETERMINACIONES FÍSICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 30               | 37,44     | 35,74    | 26,82       | Franco             | 46     | 39      |
| C1        | 55               | 44,32     | 24,86    | 30,82       | Franco arcilloso   |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 30               | 0,91        | 0,93        | 0,91        |

##### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 30               | 5,32 | 15,87   | 1,6     | 0,37         | 0,43          | 1,62          |
| C1        | 55               | 6,49 | 0,85    | 2,91    | 0,14         | 0,16          | 0,36          |

##### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 30               | 0,07       | 20,55  | 4,3                     | 2,45                               |
| C1        | 55               | 0,04       | 1,42   |                         |                                    |

**DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 30               | 0,18          | 0,56         | 1,22          | 0,63          | 2,59                     | 7,2            | 36                      |
| C1        | 55               | 0,15          | 0,12         | 0,34          | 0,14          | 0,75                     | 1,2            | 63                      |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 30               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| C1        | 55               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 30               |                        |          | 97                        |
| C1        | 55               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

|                               |  |                            |  |                           |  |
|-------------------------------|--|----------------------------|--|---------------------------|--|
| PERFIL No.: CSp-NV_F3-89-0038 |  | FECHA: 26/06/2015 13:32:00 |  | EDAFÓLOGO: Rommel Merchán |  |
|-------------------------------|--|----------------------------|--|---------------------------|--|

---

1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Cumulic Haplocryolls

CLAVE: IEFF

USDA 2010: Cumulic Haplocryolls

CLAVE: IEFF

2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Parroquia: BAÑOS

Coordenada X: -79,304321

Cantón: CUENCA

Coordenada Y: -2,963826

Altitud: 3675

3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de Lluvias:

Mes de Ocurrencia: DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 6

4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Coluvio-aluvial reciente

Geología (Material Parental): Depósitos coluvio aluviales

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 13%

5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Influencia humana: -

Cultivos: -

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Piedras

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 25 - 50

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Poco

Grado: -

Profundidad: -

7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 70

Drenaje Natural: Bueno

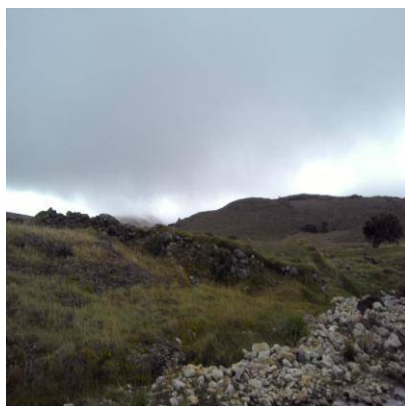
Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



#### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1        | 0 - 35 cm        | color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado débil; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón mólico          |
| A2        | 35-70 cm         | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado débil; textura de campo arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de epipedón mólico |
| 2C1       | 70-105 cm        | color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo masiva, textura de campo arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5,5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;                                                 |
| 2C2       | 105-115 cm       | color principal en húmedo gris muy oscuro (5Y 3/1); estructura tipo grano simple, textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo intersticial; poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, ph 5,5;                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

##### DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%)     | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|------------------------|--------|---------|
| A1        | 35               | 48,32     | 22,86    | 28,82       | Franco arcillo-arenoso |        |         |
| A2        | 70               | 54,32     | 20,86    | 24,82       | Franco arcillo-arenoso |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

##### DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A1        | 35               | 6,27 | 2,99    | 2,77    | 0,09         | 0,76          | 11,64         |
| A2        | 70               | 5,45 | 16,7    | 11,33   | 0,16         | 0,74          | 9,34          |

##### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A1        | 35               | 0,03       | 3,66   |                         |                                    |
| A2        | 70               | 0,09       | 4,96   | 0,75                    | 0,75                               |

| DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO |                  |               |              |               |               |                          |                |                         |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Horizonte                                     | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
| A1                                            | 35               | 0,51          | 0,09         | 8,91          | 0,86          | 10,37                    | 12,6           | 82                      |
| A2                                            | 70               | 0,33          | 0,16         | 7,32          | 0,86          | 8,67                     | 10,8           | 80                      |

| DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA) |                  |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
|--------------------------------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| Horizonte                                              | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
| A1                                                     | 35               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| A2                                                     | 70               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

| DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS |                  |                        |          |                           |
|---------------------------------------------------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Horizonte                                         | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
| A1                                                | 35               |                        |          |                           |
| A2                                                | 70               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-89-0020

FECHA: 06/09/2014 23:45:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SANTA ISABEL

Parroquia: ZHAGLLI (SHAGLLI)

Coordenada X: -79,436989

Coordenada Y: -3,152891

Altitud: 3283

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente heterogénea

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 47%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ÁRBOLES

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos Grandes

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 25 - 50

Sueprficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Moderado

Grado: Moderado

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 25

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap        | 0 - 25 cm        | color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado a fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 6; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón mólico |
| 2Cr       | 25-130 cm        | color principal en húmedo gris claro (2.5Y 7/1); moteado principal color amarillo rojizo (7.5YR 6/8); abundancia muchos, tamaño medio, contraste prominente, límite agudo, húmedo; no descrito; ph 6;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Ap        | 25               | 44,96     | 32       | 23,04       | Franco             |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Ap        | 25               | 5,83 | 16,88   | 19,98   | 0,71         | 0,55          | 3,63          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Ap        | 25               | 0,1        | 11,2   |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Ap        | 25               | 0,1           | 1,08         | 2,9           | 0,75          | 4,83                     | 9,3            | 52                      |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| Ap        | 25               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Ap        | 25               |                        |          | 100                       |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NV\_F2-84-0057

FECHA: 23/07/2014 12:01:00

EDAFÓLOGO: Rodrigo Yépez

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

USDA 2010: Typic Melanocryands

CLAVE: DCCC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: CUENCA

Parroquia: CHECA (JIDCAY)

Coordenada X: -79,024938

Coordenada Y: -2,697102

Altitud: 3448,28

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isofrígido

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: OCTUBRE-NOVIEMBRE-DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente de valle glaciar

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 70%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 100

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 70 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; ph 5,5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| Bw        | 70-100 cm        | color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5,5; reacción de alófana media, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico                                                                                    |
| 2BC       | 100-140 cm       | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4); estructura tipo masiva con bloques subangulares, tamaño medio y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muy pocos tamaño medio y tipo canales; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 5,5;                                                                                                                                                                                                                                                   |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 70               | 77,54     | 10       | 12,46       | Franco arenoso     | 71     | 67      |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 70               | 0,34        | 0,31        | 0,32        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 70               | 5,81 | 25,84   | 1,68    | 0,05         | 0,09          | 0,71          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 70               | 0,02       | 27,58  |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 70               | 0,08          | 0,08         | 0,04          | 0,01          | 0,21                     | 19,39          | 1                       |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 70               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 70               |                        |          | 100                       |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B3-97-0005

FECHA: 04/09/2014 9:01:00

EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Parroquia: ABDON CALDERON (LA UNION)

Coordenada X: -79,394193

Cantón: SANTA ISABEL

Coordenada Y: -3,227551

Altitud: 2652,59

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: MAYO- ABRIL - JULIO - AGOSTO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente heterogénea

Geología (Material Parental): Formación Saraguro

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 42%

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Influencia humana: Vegetación ligeramente perturbada

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica y eólica

Apectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 125

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap        | 0 - 21 cm        | Color principal en seco gris oscuro (10YR 4/1); color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo granular, tamaño medio y grado débil a moderado; textura de campo franco arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en seco duro, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; seco; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo madrigueras (sin especificar), abundancia común; ph 6; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón mólico |
| Bw1       | 21-42 cm         | color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); color secundario en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 3/6); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; ph 6; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico                                                                                 |
| 2Bw2      | 42-68 cm         | color principal en húmedo rojo amarillento (5YR 5/8); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño grueso/espeso y grado débil a moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, compacto; ph 6; límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2BC       | 68-125 cm        | color principal en húmedo rojo claro (2.5YR 6/6); estructura tipo masiva con bloques subangulares, tamaño muy grueso/espeso y grado moderado a fuerte; textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño finas abundancia muy pocas, compacto; ph 6; tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Ap        | 21               | 50,96     | 28       | 21,04       | Franco             |        |         |
| Bw1       | 42               | 32,96     | 34       | 33,04       | Franco arcilloso   |        |         |
| 2Bw2      | 68               | 18,96     | 28       | 53,04       | Arcilla            |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Ap        | 21               | 0,85        | 0,92        | 0,86        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Ap        | 21               | 6,36 | 13,97   | 8,05    | 0,26         | 0,7           | 4,31          |
| Bw1       | 42               | 6,03 | 12,17   | 6,14    | 0,05         | 0,15          | 0,76          |
| 2Bw2      | 68               | 6,36 | 10,28   | 5,59    | 0            | 0,14          | 0,32          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Ap        | 21               | 0,06       | 8,8    |                         |                                    |
| Bw1       | 42               | 0,04       | 5,93   |                         |                                    |
| 2Bw2      | 68               | 0,03       | 2,58   |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Ap        | 21               | 0,14          | 0,43         | 2,39          | 0,57          | 3,53                     | 5,1            | 69                      |
| Bw1       | 42               | 0,05          | 0,16         | 0,06          | 0             | 0,27                     | 3,6            | 8                       |
| 2Bw2      | 68               |               |              |               |               |                          |                |                         |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| Ap        | 21               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| Bw1       | 42               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| 2Bw2      | 68               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Ap        | 21               |                        |          | 98                        |
|           |                  |                        |          |                           |
| Bw1       | 42               |                        |          |                           |
|           |                  |                        |          |                           |
| 2Bw2      | 68               |                        |          |                           |
|           |                  |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B4-85-0100

FECHA: 21/09/2014 13:01:00

EDAFÓLOGO: Elio Chacón

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Alic Hapludands

CLAVE: DHFG

USDA 2010: Alic Hapludands

CLAVE: DHFG

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Parroquia: LAS NIEVES (CHAYA)

Coordenada X: -79,165949

Cantón: NABON

Coordenada Y: -3,264676

Altitud: 2880,26

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: SEPTIEMBRE-OCTUBRE-NOVIEMBRE-DICIEMBRE-ENERO

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 42%

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA FORESTAL

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Cultivos: PINO (TEMPLADO)

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 30

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oi        | 0 - 10 cm        | húmedo; no descrito; tipo de materiales fibricos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| A1        | 10-30 cm         | color principal en húmedo negro (7.5YR 2.5/1); estructura tipo granular, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, raíces tamaño gruesas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico |
| A2        | 30-40 cm         | color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado fuerte; textura de campo franco; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; reacción de alófana media, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico                    |
| 2Bw       | 40-70 cm         | color principal en húmedo pardo rojizo (5YR 4/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico                                                                                                    |
| 2Bt1      | 70-95 cm         | color principal en húmedo rojo amarillento (5YR 4/6); color secundario en húmedo rosado (5YR 8/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, compacto; reacción de alófana ligera, revestimientos abundancia mucho, naturaleza arcilla, localización caras del agregado, límite de horizonte distinción abrupto y topografía ondulado; tipo de horizonte argílico                                                      |
| 2Bt2      | 95-130 cm        | color principal en húmedo pardo rojizo (5YR 4/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado moderado a fuerte; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño medianas abundancia pocas, compacto; reacción de alófana ligera, revestimientos abundancia abundante, naturaleza arcilla, localización caras del agregado, tipo de horizonte argílico                                                                                                                                                                                                |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%)     | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|------------------------|--------|---------|
| A1        | 30               | 53        | 19       | 28          | Franco arcillo-arenoso |        |         |
| 2Bw       | 70               | 57        | 23       | 20          | Franco arcillo-arenoso |        |         |
| 2Bt1      | 95               | 17        | 15       | 68          | Arcilla pesada         |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A1        | 30               | 0,6         | 0,51        | 0,69        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A1        | 30               | 4,93 | 0       | 0,5     | 0            | 0,1           | 0,6           |
| 2Bw       | 70               | 5,02 | 0       | 0,6     | 0            | 0,1           | 0,02          |
| 2Bt1      | 95               | 5,14 | 0       | 0       | 0            | 0,1           | 0,38          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A1        | 30               | 0,04       | 11,03  | 5,4                     | 4,4                                |
| 2Bw       | 70               | 0,02       | 4,38   | 4,8                     | 0,6                                |
| 2Bt1      | 95               | 0,01       | 5,78   | 0,8                     | 0,4                                |

**DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A1        | 30               | 0,15          | 0            | 0             | 0             | 0,15                     | 36,06          | 0,42                    |
| 2Bw       | 70               | 0,16          | 0            | 0             | 0             | 0,16                     | 18,75          | 0,85                    |
| 2Bt1      | 95               |               |              |               |               |                          |                |                         |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A1        | 30               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| 2Bw       | 70               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| 2Bt1      | 95               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A1        | 30               |                        |          | 93,21                     |
| 2Bw       | 70               |                        |          |                           |
| 2Bt1      | 95               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B3-89-0031

FECHA: 09/09/2014 14:10:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: PUCARA

Parroquia: PUCARA

Coordenada X: -79,438108

Coordenada Y: -3,186698

Altitud: 3193,76

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Interfluvio de cimas redondeadas

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 46%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Cobertura: 0

Dureza: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Superficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Moderado

Aspectos Antrópicos: Otros

Grado: Baja

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 22

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

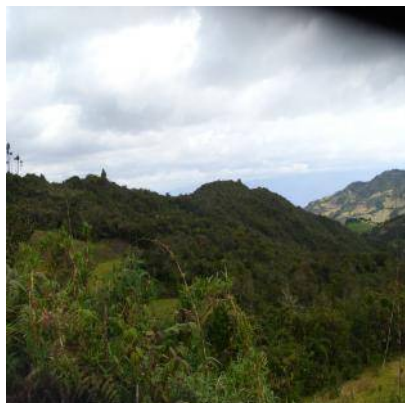


FOTO PERFIL:



**9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 22 cm        | color principal en húmedo pardo oscuro (7.5YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares con granular, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 6; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico                                                                                                                        |
| Bw1       | 22-65 cm         | color principal en húmedo pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado a fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava gruesa e intemperización fuerte, ph 6; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, revestimientos abundancia común, naturaleza arcilla y humus (materia orgánica), localización caras del agregado, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de horizonte cámbico |
| 2Bw2      | 65-120 cm        | color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 3/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño muy fino y fino y grado moderado a fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo piedras e intemperización fuerte, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, ligeramente calcáreo; límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2Cr       | 120-140 cm       | color principal en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 3/4); color secundario en húmedo amarillo parduzco (10YR 6/6); no aplica; no descrito; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo cantos e intemperización fuerte, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, minerales abundancia común, naturaleza manganeso, tipo poros rellenos,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

### DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%)     | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|------------------------|--------|---------|
| A         | 22               | 48,78     | 28,76    | 22,46       | Franco                 |        |         |
| Bw1       | 65               | 45,18     | 27,6     | 27,22       | Franco arcillo-arenoso |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

### DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 22               | 5,49 | 20,75   | 2,17    | 0,15         | 0,5           | 2,32          |
| Bw1       | 65               | 5,67 | 14,27   | 1,4     | 0,06         | 0,16          | 0,8           |

### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 22               | 0,05       | 12,05  | 5,55                    | 5                                  |
| Bw1       | 65               | 0,03       | 6,01   |                         |                                    |

### DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 22               | 0,07          | 0,31         | 1,73          | 0,67          | 2,78                     | 7,7            | 36                      |
| Bw1       | 65               | 0,09          | 0,15         | 0,5           | 0,19          | 0,93                     | 7,55           | 12                      |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**[illegible]

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 22               |                        |          |                           |
| Bw1       | 65               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-89-0036

FECHA: 11/09/2014 9:20:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Melanudands

CLAVE: DHCJ

USDA 2010: Pachic Melanudands

CLAVE: DHCJ

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SAN FERNANDO

Parroquia: SAN FERNANDO

Coordenada X: -79,275242

Coordenada Y: -3,124248

Altitud: 3013,9

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea con abruptos

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 42%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Riego por aspersión

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos Grandes

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: - Clases de Tamaño: -

Cobertura: 10 - 25

Dureza: Poco

Sueprficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Moderado

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 135

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

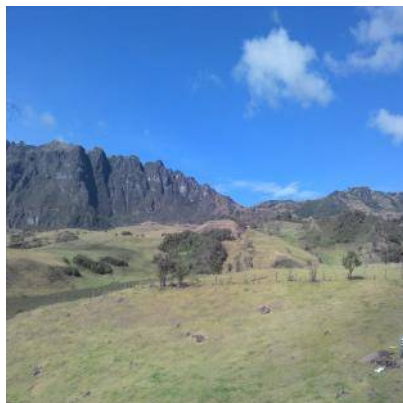


FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap        | 0 - 70 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón melánico                                     |
| A/C       | 70-135 cm        | color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); color secundario en húmedo pardo (10YR 5/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado a fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización moderado, ph 6; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico |
| 2C        | 135-140 cm       | color principal en húmedo pardo (10YR 5/3); estructura tipo masiva, textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                      |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%)     | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|------------------------|--------|---------|
| Ap        | 70               | 51,94     | 29,6     | 18,46       | Franco                 |        |         |
| A/C       | 135              | 53,94     | 17,6     | 28,46       | Franco arcillo-arenoso |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Ap        | 70               | 0,81        | 0,83        | 0,81        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Ap        | 70               | 6,12 | 14,99   | 4,73    | 0,13         | 0,64          | 5,94          |
| A/C       | 135              | 5,78 | 8,13    | 5,29    | 0,05         | 1,55          | 4,79          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Ap        | 70               | 0,04       | 11,07  |                         |                                    |
| A/C       | 135              | 0,02       | 2,68   |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Ap        | 70               | 0,13          | 0,34         | 4,91          | 1,25          | 6,63                     | 11,69          | 57                      |
| A/C       | 135              | 0,09          | 0,14         | 4,16          | 2,04          | 6,43                     | 13,48          | 48                      |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| Ap        | 70               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| A/C       | 135              |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Ap        | 70               |                        |          | 99                        |
| A/C       | 135              |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NV\_E1-90-0001

FECHA: 19/07/2014 9:33:00

EDAFÓLOGO: Francisco Ayala

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Melanudands

CLAVE: DHCJ

USDA 2010: Pachic Melanudands

CLAVE: DHCJ

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: CAÑAR

Cantón: BIBLIAN

Parroquia: JERUSALEN

Coordenada X: -78,983334

Coordenada Y: -2,674591

Altitud: 3675

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 50%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Sin evidencias de erosión

Apectos Antrópicos: -

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: -

Grado: -

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 33

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

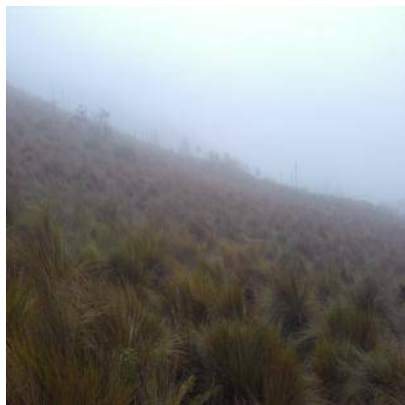


FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1        | 0 - 33 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia mucha; ph 6; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado; tipo de epipedón melánico                                                                                                                            |
| A2        | 33-52 cm         | color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); moteado principal color pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); abundancia abundantes, tamaño medio, contraste débil, límite agudo, estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia mucha; ph 6; reacción de alófana media, límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón melánico                                              |
| BA        | 52-70 cm         | color principal en húmedo pardo (10YR 4/3); moteado principal color pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); abundancia abundantes, tamaño grueso, contraste distinto, límite agudo, estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado moderado; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava media e intemperización moderado, ph 6; reacción de alófana media, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave;                  |
| 2Bw       | 70-95 cm         | color principal en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 4/6); moteado principal color pardo (10YR 4/3); abundancia comunes, tamaño fino, contraste distinto, límite agudo, estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo franco arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño gruesos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava media e intemperización moderado, ph 6; reacción de alófana ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de horizonte cámbico |
| 2C        | 95-130 cm        | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4); moteado principal color rojo amarillento (5YR 5/8); abundancia pocos, tamaño muy fino, contraste prominente, límite agudo, estructura tipo grano simple, textura de campo arena gruesa; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; poco compacto; ph 6;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

| DETERMINACIONES FISICAS |                  |           |          |             |                    |        |         |
|-------------------------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Horizonte               | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
| A1                      | 33               | 60,28     | 24,68    | 15,04       | Franco arenoso     |        |         |
| A2                      | 52               | 62,78     | 24       | 13,22       | Franco arenoso     | 41     | 35      |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A2        | 52               | 0,61        | 0,46        | 0,58        |

| DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN |                  |      |         |         |              |               |               |
|--------------------------------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Horizonte                      | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
| A1                             | 33               | 5,45 | 21,33   | 5,75    | 0,14         | 0,23          | 0,75          |
| A2                             | 52               | 5,98 | 11,69   | 3,74    | 0,05         | 0,11          | 0,51          |

| DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES |                  |            |        |                         |                                    |
|--------------------------------------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Horizonte                            | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
| A1                                   | 33               | 0,04       | 23,79  | 6,4                     | 5,95                               |
| A2                                   | 52               | 0,02       | 10,21  |                         |                                    |

| DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO |                  |               |              |               |               |                          |                |                         |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Horizonte                                     | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
| A1                                            | 33               | 0,22          | 0,36         | 0,02          | 0,06          | 0,66                     | 6,91           | 10                      |
| A2                                            | 52               | 0,07          | 0,13         | 0,01          | 0,01          | 0,22                     | 6,5            | 3                       |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A1        | 33               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| A2        | 52               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A1        | 33               |                        |          |                           |
| A2        | 52               |                        |          | 99                        |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-89-0037

FECHA: 11/09/2014 11:20:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Acrudoxic Hapludands

CLAVE: DHFK

USDA 2010: Acrudoxic Hapludands

CLAVE: DHFK

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SAN FERNANDO

Parroquia: SAN FERNANDO

Coordenada X: -79,267946

Coordenada Y: -3,113764

Altitud: 3227,55

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Periodo de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea con fuerte disección

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 47%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Vegetación ligeramente perturbada

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: < 10

Distribución entre Afloramientos m: > 50

Clases de Tamaño: Se fracciona

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos

Cobertura: 10 - 25

Dureza: Moderado

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Superficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Moderado

Apectos Antrópicos: Otros

Grado: Baja

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 90

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 30 cm        | color principal en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); estructura tipo granular, tamaño fino a medio y grado débil; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo grava media e intemperización moderado, ph 5,5; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico |
| 2Ab       | 30-90 cm         | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava fina e intemperización moderado, ph 5,5; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico              |
| 3Bw       | 90-135 cm        | color principal en húmedo amarillo (10YR 8/8); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo planos; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava media e intemperización moderado, ph 5,5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| 2Ab       | 90               | 63,94     | 21,6     | 14,46       | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 2Ab       | 90               | 0,64        | 0,79        | 0,79        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH  | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|-----|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| 2Ab       | 90               | 5,5 | 10,72   | 0,9     | 0,03         | 0,12          | 0,69          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| 2Ab       | 90               | 0,02       | 9,59   |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| 2Ab       | 90               | 0,08          | 0,08         | 0,18          | 0,13          | 0,47                     | 5,29           | 9                       |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| 2Ab       | 90               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| 2Ab       | 90               |                        |          | 100                       |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-97-0041

FECHA: 13/09/2014 10:46:00

EDAFÓLOGO: Giovanni Segarra

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Melanudands

CLAVE: DHCJ

USDA 2010: Pachic Melanudands

CLAVE: DHCJ

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SANTA ISABEL

Parroquia: ZHAGLLI (SHAGLLI)

Coordenada X: -79,402603

Coordenada Y: -3,123365

Altitud: 3075,07

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-ABRIL-MAYO-JULIO-NOVIEMBRE

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Depósitos de deslizamiento, masa deslizada

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 47%

Geología (Material Parental): Depósitos de ladera (derrumbe)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica y eólica

Apectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Sueprficie Afectada %: 25 - 50

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 45

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap        | 0 - 50 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular y bloques subangulares, tamaño fino a grueso y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; ph 6; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón melánico |
| 2C        | 50-135 cm        | color principal en húmedo pardo fuerte (7.5YR 4/6); estructura tipo masiva, textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; raíces tamaño muy finas abundancia común, poco compacto; ph 6;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Ap        | 50               | 0         | 31,64    | 68,36       | Arcilla pesada     |        |         |
| 2C        | 135              | 26,28     | 36,68    | 37,04       | Franco arcilloso   |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Ap        | 50               | 0,76        | 0,76        | 0,72        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Ap        | 50               | 6,37 | 12,23   | 6,62    | 0,43         | 0,29          | 0,98          |
| 2C        | 135              | 5,29 | 10,94   | 3,63    | 0,3          | 0,99          | 3,99          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Ap        | 50               | 0,08       | 13,26  |                         |                                    |
| 2C        | 135              | 0,04       | 2,85   | 11,45                   | 10,45                              |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Ap        | 50               | 0,07          | 0,82         | 0,04          | 0,04          | 0,97                     | 6,9            | 14                      |
| 2C        | 135              | 0,5           | 0,73         | 3,84          | 1,3           | 6,37                     | 18,6           | 34                      |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| Ap        | 50               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| 2C        | 135              |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCI) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Ap        | 50               |                        |          | 95                        |
| 2C        | 135              |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-85-0057

FECHA: 11/09/2014 9:05:00

EDAFÓLOGO: Oswaldo Quinde

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Alic Hapludands

CLAVE: DHFG

USDA 2010: Alic Hapludands

CLAVE: DHFG

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SAN FERNANDO

Parroquia: SAN FERNANDO

Coordenada X: -79,298443

Coordenada Y: -3,124133

Altitud: 3378

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Periodo de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: NOVIEMBRE-DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Macrocoluvión

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 17%

Geología (Material Parental): Depósitos de ladera (coluvial)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos Grandes

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Uso inadecuado de maquinaria

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: - Clases de Tamaño: -

Cobertura: 10 - 25

Dureza: Poco

Sueprficie Afectada %: 5-10

Grado: Moderado

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 12

Tipo: Superficial

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



## 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap        | 0 - 12 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular, tamaño fino/delgado y grado fuerte; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava fina e intemperización poca o ninguna, pH 6; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico                             |
| A         | 12-45 cm         | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado a fuerte; textura de campo franco limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava fina e intemperización moderado, pH 6; reacción de alófana media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción abrupto y topografía fracturado; tipo de epipedón úmbrico |
| 2Bw1      | 45-80 cm         | color principal en húmedo amarillo parduzco (10YR 6/8); estructura tipo bloques angulares, tamaño fino a medio y grado moderado a fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, compacto; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo piedras e intemperización moderado, pH 6; límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                       |
| 3Bw2      | 80-105 cm        | color principal en húmedo gris oliva (5Y 4/2); color secundario en húmedo pardo amarillento (10YR 5/6); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado débil; textura de campo areno francoso; consistencia en húmedo suelto, consistencia en mojado no adherente y no plástico; húmedo; raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad abundante, tipo piedras e intemperización fuerte, pH 6; límite de horizonte distinción gradual y topografía ondulado; tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3Cr       | 105-140 cm       | color principal en húmedo amarillo parduzco (10YR 6/6); no aplica; no descrito; pH 6;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

### DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Ap        | 12               | 63        | 27       | 10          | Franco arenoso     |        |         |
| A         | 45               | 65        | 19       | 16          | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 45               | 0,54        | 0,47        | 0,51        |

### DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Ap        | 12               | 4,96 | 0       | 8,4     | 0,1          | 0,85          | 6,54          |
| A         | 45               | 4,82 | 0       | 6       | 0            | 0,3           | 1,27          |

### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Ap        | 12               | 0,08       | 2,08   | 7                       | 3,5                                |
| A         | 45               | 0,02       | 3,43   | 11,5                    | 3                                  |

### DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Ap        | 12               | 0,07          | 0            | 3,31          | 0,59          | 3,97                     | 9,15           | 43,39                   |
| A         | 45               | 0,07          | 0            | 0             | 0             | 0,07                     | 14,85          | 0,47                    |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**[illegible]

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Ap        | 12               |                        |          |                           |
| A         | 45               |                        |          | 96,6                      |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B3-89-0028

FECHA: 08/09/2014 12:38:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

USDA 2010: Typic Hapludands

CLAVE: DHFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: GIRON

Parroquia: ASUNCION

Coordenada X: -79,284694

Coordenada Y: -3,191544

Altitud: 2543

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Coluvión antiguo

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 46%

Geología (Material Parental): Depósitos de ladera (coluvial)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA SECA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos Grandes

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: - Clases de Tamaño: -

Cobertura: > 75

Dureza: Poco

Superficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Moderado

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 110

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

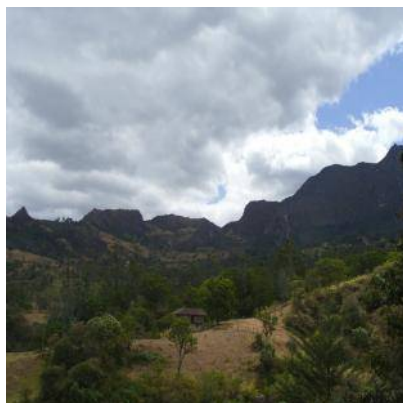


FOTO PERFIL:



### 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1        | 0 - 50 cm        | color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava gruesa e intemperización moderado, pH 7; reacción de álcali media, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón mólico |
| A2        | 50-80 cm         | color principal en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1); estructura tipo bloques sub-angulares a granular, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo piedras e intemperización moderado, pH 7; reacción de álcali ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón mólico      |
| Bw        | 80-110 cm        | color principal en húmedo gris claro (10YR 7/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil; textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, compacto; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo cantos e intemperización moderado, pH 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de horizonte cámbico                                                                                                                           |
| 2Cr       | 110-150 cm       | color principal en húmedo gris parduzco claro (10YR 6/2); no aplica; no descrito; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo cantos e intemperización moderado, pH 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

## DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A1        | 50               | 54,96     | 26,68    | 18,36       | Franco arenoso     |        |         |
| A2        | 80               | 68,78     | 18,76    | 12,46       | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

### DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A1        | 50               | 6,4  | 11,4    | 24,06   | 0,22         | 0,81          | 13,03         |
| A2        | 80               | 6,15 | 7,43    | 4,4     | 0,06         | 0,34          | 10,86         |

### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A1        | 50               | 0,07       | 10,87  |                         |                                    |
| A2        | 80               | 0,05       | 7,13   |                         |                                    |

### DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A1        | 50               | 0,08          | 0,45         | 12,12         | 1,54          | 14,19                    | 16,8           | 85                      |
| A2        | 80               | 0,14          | 0,14         | 8,88          | 0,57          | 9,73                     | 9,77           | 100                     |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**[illegible]

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A1        | 50               |                        |          |                           |
| A2        | 80               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-89-0038

FECHA: 11/09/2014 12:57:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Pachic Melanudands

CLAVE: DHCJ

USDA 2010: Pachic Melanudands

CLAVE: DHCJ

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SAN FERNANDO

Parroquia: SAN FERNANDO

Coordenada X: -79,266047

Coordenada Y: -3,119368

Altitud: 3031,7

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Coluvión antiguo

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 67%

Geología (Material Parental): Depósitos de ladera (coluvial)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos Grandes

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 10 - 25

Sueprficie Afectada %: 25 - 50

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Moderado

Grado: Moderado

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 80

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 80 cm        | color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño muy fino y fino y grado moderado a fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, raíces tamaño gruesas abundancia muchas, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava media e intemperización moderado, ph 6; reacción de alófana fuerte, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón melánico |
| 2Bw       | 80-130 cm        | color principal en húmedo rojo amarillento (5YR 5/8); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño muy fino a medio y grado moderado a fuerte; textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia muy pocas, poco compacto; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo cantos grandes e intemperización moderado, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                            |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 80               | 62,78     | 20,76    | 16,46       | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A         | 80               | 0,73        | 0,71        | 0,64        |

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 80               | 5,38 | 22,93   | 4,27    | 0,11         | 0,1           | 0,46          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 80               | 0,04       | 11,98  | 9,25                    | 8,25                               |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 80               | 0,09          | 0,23         | 0,36          | 0,18          | 0,86                     | 8,03           | 11                      |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 80               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 80               |                        |          | 99                        |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-85-0060

FECHA: 11/09/2014 14:54:00

EDAFÓLOGO: Oswaldo Quinde

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Humic Dystrudepts

CLAVE: KGEU

USDA 2010: Typic Humudepts

CLAVE: KGQD

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SAN FERNANDO

Parroquia: CHUMBLIN

Coordenada X: -79,25252

Coordenada Y: -3,112186

Altitud: 3007,16

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: OCTUBRE-NOVIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL

Duración en Meses: 6

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Interfluvio de cimas estrechas

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 65%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: BOSQUE HÚMEDO

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Piedras

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 50 - 75

Sueprficie Afectada %: 0 - 5

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Poco

Grado: Ligero

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 20

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Superficial

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

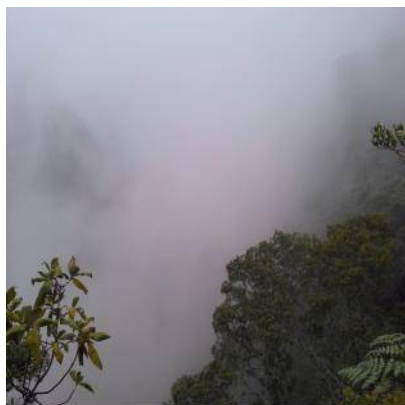


FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 20 cm        | Color principal en seco pardo oscuro (10YR 3/3); color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo granular, tamaño muy fino/delgado y grado débil; textura de campo franco; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en seco suave, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; seco; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, raíces tamaño gruesas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 6; límite de horizonte distinción abrupto y topografía irregular; tipo de epipedón úmbrico |
| Cr        | 20-130 cm        | estructura tipo masiva, no aplica; no descrito; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 6;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

| DETERMINACIONES FISICAS |                  |           |          |             |                    |  |        |         |
|-------------------------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--|--------|---------|
| Horizonte               | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) |  | CC (%) | PMP (%) |
| A                       | 20               | 74        | 18       | 8           | Franco arenoso     |  |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

| DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN |                  |     |         |         |              |               |               |
|--------------------------------|------------------|-----|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Horizonte                      | Profundidad (cm) | pH  | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
| A                              | 20               | 4,5 | 0       | 15,8    | 0,07         | 0,68          | 2,51          |

| DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES |                  |            |        |                         |                                    |
|--------------------------------------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Horizonte                            | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
| A                                    | 20               | 0,05       | 6,6    | 2,5                     | 2                                  |

| DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO |                  |               |              |               |               |                          |                |                         |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Horizonte                                     | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
| A                                             | 20               | 0,06          | 0            | 0,36          | 0,14          | 0,56                     | 17,2           | 3,26                    |

| DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA) |                  |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
|--------------------------------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| Horizonte                                              | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
| A                                                      | 20               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

| DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS |                  |                        |          |                           |
|---------------------------------------------------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Horizonte                                         | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCI) | Retención de Fosfatos (%) |
| A                                                 | 20               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B3-89-0026

FECHA: 08/09/2014 21:52:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Humic Dystrudepts

CLAVE: KGEU

USDA 2010: Typic Humudepts

CLAVE: KGDQ

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: GIRON

Parroquia: ASUNCION

Coordenada X: -79,28908

Coordenada Y: -3,199861

Altitud: 2680

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente rectilínea con abruptos

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 42%

Geología (Material Parental): Formación Saraguro

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 25 - 50

Distribución entre Afloramientos m: 20 - 50 Clases de Tamaño: No se fracciona

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos Grandes

Cobertura: 25 - 50

Dureza: Poco

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Sueprficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Moderado

Apectos Antrópicos: Otros

Grado: Media

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Ninguno

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 100

Tipo: Moderadamente profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

FOTO PERFIL:



## 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 45 cm        | color principal en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño muy fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava media e intemperización fuerte, ph 6,5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón mólico                                           |
| Bw        | 45-100 cm        | color principal en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 3/6); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado moderado; textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muy pocas, poco compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo piedras e intemperización moderado, ph 6,5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, ligeramente calcáreo; límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de horizonte cámbico |
| Cr        | 100-145 cm       | color principal en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); no aplica; no descrito; fragmentos gruesos cantidad común, tipo piedras e intemperización moderado, ph 6,5; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, ligeramente calcáreo;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

### DETERMINACIONES FÍSICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 45               | 56,78     | 26,76    | 16,46       | Franco arenoso     |        |         |
| Bw        | 100              | 61,18     | 22,82    | 16          | Franco arenoso     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

### DETERMINACIONES QUÍMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 45               | 6,02 | 7,29    | 4,51    | 0,43         | 0,3           | 2,94          |
| Bw        | 100              | 5,89 | 8,24    | 7,21    | 0,18         | 0,47          | 2,61          |

### DETERMINACIONES QUÍMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 45               | 0,03       | 8,5    |                         |                                    |
| Bw        | 100              | 0,02       | 0,79   |                         |                                    |

### DETERMINACIONES QUÍMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 45               | 0,16          | 1            | 2,32          | 0,44          | 3,92                     | 7,09           | 55                      |
| Bw        | 100              | 0,2           | 0,36         | 1,22          | 0,31          | 2,09                     | 21,25          | 10                      |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 45               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| Bw        | 100              |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 45               |                        |          |                           |
| Bw        | 100              |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B1-89-0039

FECHA: 11/09/2014 17:57:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Andic Dystrudepts

CLAVE: KGEF

USDA 2010: Andic Dystrudepts

CLAVE: KGFF

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SAN FERNANDO

Parroquia: SAN FERNANDO

Coordenada X: -79,267688

Coordenada Y: -3,122563

Altitud: 2924

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Depósitos de deslizamiento, masa deslizada

Pendiente general: MEDIA A FUERTE (> 25 - 40 %) Pendiente local: 32%

Geología (Material Parental): Depósitos de ladera (derrumbe)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Riego por aspersión

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos Grandes

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: - Clases de Tamaño: -

Cobertura: 10 - 25

Dureza: Poco

Sueprficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Moderado

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 40

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Poco profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap        | 0 - 40 cm        | color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava media e intemperización moderado, ph 6; reacción de alófana ligera, reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico |
| A         | 40-80 cm         | color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava gruesa e intemperización moderado, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico                                               |
| Bw        | 80-120 cm        | color principal en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 4/4); estructura tipo masiva con bloques subangulares, tamaño medio a grueso y grado débil a moderado; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; levemente húmedo; compacto; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo cantos e intemperización moderado, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%)     | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|------------------------|--------|---------|
| Ap        | 40               | 56,78     | 28,76    | 14,46       | Franco arenoso         |        |         |
| A         | 80               | 51,18     | 22,36    | 26,46       | Franco arcillo-arenoso |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Ap        | 40               | 5,39 | 11,25   | 6,27    | 0,37         | 0,35          | 2,24          |
| A         | 80               | 5,61 | 7,03    | 8,77    | 0,26         | 0,42          | 3,07          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Ap        | 40               | 0,05       | 12,6   | 5,7                     | 5,2                                |
| A         | 80               | 0,02       | 3,62   |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Ap        | 40               | 0,08          | 0,76         | 1,64          | 0,52          | 3                        | 6,68           | 45                      |
| A         | 80               | 0,11          | 0,57         | 2,54          | 0,57          | 3,79                     | 8,4            | 45                      |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| Ap        | 40               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| A         | 80               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Ap        | 40               |                        |          |                           |
| A         | 80               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B3-85-0024

FECHA: 04/09/2014 15:01:00

EDAFÓLOGO: Oswaldo Quinde

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Ruptic-Ultic Dystrudepts

CLAVE: KGEW

USDA 2010: Ruptic-Ultic Dystrudepts

CLAVE: KGFU

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Parroquia: ABDON CALDERON (LA UNION)

Coordenada X: -79,386473

Cantón: SANTA ISABEL

Coordenada Y: -3,227232

Altitud: 2559,75

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Duración en Meses:

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Depósitos de deslizamiento, masa deslizada

Geología (Material Parental): Depósitos de ladera (derrumbe)

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 20%

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Influencia humana: Vegetación fuertemente perturbada

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocosco Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: -

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Fino

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 0

Superficie Afectada %: 25 - 50

Grado: Alta

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: Muy estrechamente espaciado

Clases de Tamaño: -

Dureza: -

Grado: Moderado

Profundidad: Medio

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 20

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Superficial

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

### FOTO PANORÁMICA:



### FOTO PERFIL:



**9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap        | 0 - 20 cm        | Color principal en seco pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino/delgado y grado fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en seco duro, consistencia en mojado adherente y plástico; seco; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico                                                                        |
| Bw1       | 20-48 cm         | Color principal en seco pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en seco duro, consistencia en mojado adherente y plástico; seco; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, revestimientos abundancia común, naturaleza arcilla, localización caras del agregado, límite de horizonte distinción gradual y topografía irregular; tipo de horizonte cámbico |
| Bw2       | 48-80 cm         | Color principal en seco pardo oscuro (10YR 3/3); color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques angulares, tamaño medio a grueso y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en seco duro, consistencia en mojado adherente y plástico; seco; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muy pocas, raíces tamaño finas abundancia muy pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, compacto; abundancia mucha; ph 6; revestimientos abundancia común, naturaleza arcilla, localización caras del agregado, límite de horizonte distinción gradual y topografía irregular; tipo de horizonte cámbico                                                                              |
| BC        | 80-140 cm        | color principal en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); estructura tipo masiva con bloques subangulares, tamaño grueso/espeso y grado débil; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia pocos tamaño finos y tipo intersticial; raíces tamaño medianas abundancia pocas, poco compacto; ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

### DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Ap        | 20               | 68        | 16       | 16          | Franco arenoso     |        |         |
| Bw1       | 48               | 28        | 20       | 52          | Arcilla            |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

## DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Ap        | 20               | 5,24 | 0       | 4,9     | 0,4          | 1,37          | 6,63          |
| Bw1       | 48               | 5,02 | 0       | 2,2     | 0,29         | 1,06          | 3,91          |

### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Ap        | 20               | 0,04       | 1,47   | 10                      | 3,3                                |
|           |                  |            |        |                         |                                    |
| Bw1       | 48               | 0,03       | 0,96   | 6                       | 2                                  |
|           |                  |            |        |                         |                                    |

### DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Ap        | 20               | 0,01          | 0            | 2,42          | 0,48          | 2,91                     | 10,94          | 26,61                   |
| Bw1       | 48               | 0             | 0            | 2,25          | 0,24          | 2,49                     | 27,91          | 8,92                    |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**[illegible]

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Ap        | 20               |                        |          |                           |
| Bw1       | 48               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B3-89-0027

FECHA: 08/09/2014 12:06:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Dystric Eutrudepts

CLAVE: KGDR

USDA 2010: Dystric Eutrudepts

CLAVE: KGER

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: GIRON

Parroquia: ASUNCION

Coordenada X: -79,286471

Coordenada Y: -3,194259

Altitud: 2576

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isomesico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Coluvión antiguo

Pendiente general: MEDIA (> 12 - 25 %)

Pendiente local: 17%

Geología (Material Parental): Depósitos de ladera (coluvial)

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos Grandes

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Cobertura: 10 - 25

Dureza: Poco

Sueprficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Ligero

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Normal

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 130

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 50 cm        | Color principal en seco pardo grisáceo (10YR 5/2); color principal en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil; textura de campo franco arenoso; consistencia en húmedo muy friable, consistencia en seco suelto, consistencia en mojado ligeramente adherente y no plástico; seco; porosidad abundancia muchos tamaño medio y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, no coherente; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia poca; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón ócrico |
| 2Ab       | 50-130 cm        | color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava gruesa e intemperización moderado, ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, tipo de epipedón mólico                                                                                                                                                                       |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| A         | 50               | 75,64     | 10       | 14,36       | Franco arenoso     |        |         |
| 2Ab       | 130              | 43,64     | 34       | 22,36       | Franco             |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH  | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|-----|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A         | 50               | 5,9 | 12,3    | 17,07   | 0,29         | 2,88          | 14,74         |
| 2Ab       | 130              | 6,1 | 6,95    | 9,36    | 0,06         | 0,86          | 14,65         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| A         | 50               | 0,04       | 1,9    |                         |                                    |
| 2Ab       | 130              | 0,04       | 7,19   |                         |                                    |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| A         | 50               | 0,11          | 0,46         | 15,86         | 3,75          | 20,18                    | 19,8           | 102                     |
| 2Ab       | 130              | 0,19          | 0,17         | 13,4          | 1,69          | 15,45                    | 17,7           | 87                      |

DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| A         | 50               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| 2Ab       | 130              |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| A         | 50               |                        |          |                           |
| 2Ab       | 130              |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B4-85-0067

FECHA: 13/09/2014 11:26:00

EDAFÓLOGO: Oswaldo Quinde

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Vertic Dystrustepts

CLAVE: KECC

USDA 2010: Vertic Dystrustepts

CLAVE: KEDC

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SAN FERNANDO

Parroquia: SAN FERNANDO

Coordenada X: -79,230697

Coordenada Y: -3,208953

Altitud: 2138,35

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Ustico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Periodo de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: NOVIEMBRE-DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Interfluvio de cimas estrechas

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 65%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocos Cobertura %: 0

Distribución entre Afloramientos m: -

Clases de Tamaño: -

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos

Cobertura: 10 - 25

Dureza: Poco

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Sueprficie Afectada %: 25 - 50

Grado: Moderado

Apectos Antrópicos: Otros

Grado: Media

Encostramiento Grosor: Ninguno

Consistencia: -

Grieta Ancho: Medio

Distancia entre Grietas: Muy estrechamente espaciado

Profundidad: Profundo

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Drenaje Natural: Bueno

Profundidad del Nivel Freático: 0

Tipo: Sin evidencia

Profundidad efectiva del suelo cm: 12

Tipo: Superficial

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:



FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap        | 0 - 12 cm        | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/6); estructura tipo prismática sub-angular, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo muy firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de epipedón ócrico                               |
| Bw        | 12-32 cm         | color principal en húmedo pardo amarillento (10YR 5/8); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción gradual y topografía irregular; tipo de horizonte cámbico                                   |
| C1        | 32-60 cm         | color principal en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/8); estructura tipo masiva, textura de campo arcilla pesada; consistencia en húmedo muy firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, muy compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; ph 6; revestimientos abundancia poco, naturaleza caras de fricción, con intersección parcial, localización caras del agregado, límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave;                                                                         |
| C2        | 60-110 cm        | color principal en húmedo negro (10YR 2/1); color secundario en húmedo amarillo parduzco (10YR 6/8); estructura tipo masiva, textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia pocas, raíces tamaño finas abundancia común, raíces tamaño medianas abundancia común, muy compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia poca; ph 6; revestimientos abundancia poco, naturaleza caras de fricción, sin intersección, localización caras del agregado, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; |
| C3        | 110-145 cm       | color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo masiva, tamaño grueso/espeso y grado fuerte; textura de campo arcilloso; consistencia en húmedo muy firme, consistencia en mojado muy adherente y muy plástico; húmedo; porosidad abundancia comunes tamaño medio y tipo canales; raíces tamaño finas abundancia pocas, raíces tamaño medianas abundancia pocas, muy compacto; ph 6;                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%) | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------|---------|
| Ap        | 12               | 17        | 23       | 60          | Arcilla pesada     |        |         |
| Bw        | 32               | 15        | 39       | 46          | Arcilla            |        |         |
| C1        | 60               | 19        | 17       | 64          | Arcilla pesada     |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Ap        | 12               | 5,38 | 0       | 0       | 0,85         | 5,86          | 8,87          |
| Bw        | 32               | 5,29 | 0       | 0       | 0,32         | 5,78          | 2,18          |
| C1        | 60               | 4,98 | 0       | 0       | 0            | 5,59          | 2,83          |

DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Ap        | 12               | 0,07       | 2,82   | 1,8                     | 1,4                                |
| Bw        | 32               | 0,06       | 2,91   | 1,2                     | 0,4                                |
| C1        | 60               | 0,04       | 1,98   | 3,4                     | 0,8                                |

DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Ap        | 12               | 0,04          | 0,42         | 2,98          | 2,59          | 6,03                     | 35,64          | 16,92                   |
| Bw        | 32               | 0,07          | 0,31         | 3,52          | 2,74          | 6,64                     | 28,83          | 23,03                   |
| C1        | 60               |               |              |               |               |                          |                |                         |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| Ap        | 12               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| Bw        | 32               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| C1        | 60               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Ap        | 12               |                        |          |                           |
| Bw        | 32               |                        |          |                           |
| C1        | 60               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B2-85-0114

FECHA: 25/09/2014 9:04:00

EDAFÓLOGO: Elio Chacón

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Humic Dystrudepts

CLAVE: KGEU

USDA 2010: Typic Humudepts

CLAVE: KGDQ

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: GIRON

Parroquia: GIRON

Coordenada X: -79,164759

Coordenada Y: -3,133202

Altitud: 2514,64

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: NOVIEMBRE-DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO-MARZO

Duración en Meses: 5

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente heterogénea

Pendiente general: FUERTE (> 40 - 70 %)

Pendiente local: 60%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: TIERRA PECUARIA

Cultivos: PASTO CULTIVADO

Influencia humana: Vegetación moderadamente perturbada

Vegetación natural: NO APLICA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Deforestación

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: -

Cobertura: 10 - 25

Superficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Media

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Clases de Tamaño: -

Dureza: Poco

Grado: Moderado

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 20

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Superficial

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

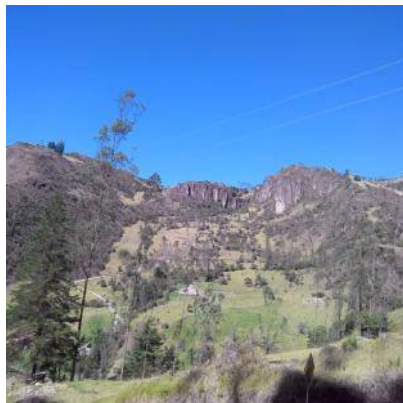


FOTO PERFIL:



## 9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descri tas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap        | 0 - 20 cm        | Color principal en seco pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); color principal en húmedo negro (10YR 2/1); estructura tipo granular, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en seco ligeramente duro, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; seco; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo vesicular; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, raíces tamaño gruesas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad común, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción claro y topografía suave; tipo de epipedón mólico |
| A1        | 20-45 cm         | Color principal en seco pardo (7.5YR 4/2); color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco; consistencia en húmedo friable, consistencia en seco ligeramente duro, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; seco; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, raíces tamaño gruesas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7; límite de horizonte distinción claro y topografía ondulado; tipo de epipedón úmbrico                                            |
| A2        | 45-110 cm        | Color principal en seco pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2); color principal en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2); estructura tipo prismática sub-angular, tamaño fino a medio y grado fuerte; textura de campo franco arcilloso; consistencia en húmedo firme, consistencia en seco duro, consistencia en mojado adherente y plástico; seco; porosidad abundancia comunes tamaño finos y tipo canales; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia muchas, compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muchos, tipo grava gruesa e intemperización poca o ninguna, ph 7; límite de horizonte distinción abrupto y topografía suave; tipo de epipedón úmbrico                                                                                                |
| C         | 110-170 cm       | estructura tipo masiva, seco; no descrito; fragmentos gruesos cantidad dominante, tipo piedras e intemperización poca o ninguna, ph 7;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## 10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

## DETERMINACIONES FISICAS

| Horizonte | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%)     | CC (%) | PMP (%) |
|-----------|------------------|-----------|----------|-------------|------------------------|--------|---------|
| Ap        | 20               | 61        | 21       | 18          | Franco arenoso         |        |         |
| A1        | 45               | 53        | 25       | 22          | Franco arcillo-arenoso |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

## DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN

| Horizonte | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
|-----------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Ap        | 20               | 5,84 | 0       | 20,4    | 1,08         | 2,47          | 14,9          |
| A1        | 45               | 5,67 | 0       | 107,3   | 1,15         | 3,38          | 12,8          |

### DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES

| Horizonte | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
|-----------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Ap        | 20               | 0,06       | 2,48   | 13,8                    | 0                                  |
| A1        | 45               | 0,17       | 3,86   | 18,8                    | 0                                  |

### DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO

| Horizonte | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Ap        | 20               | 0,6           | 0,5          | 5,18          | 1,07          | 7,35                     | 13,97          | 52,61                   |
| A1        | 45               | 0,6           | 0,41         | 3,28          | 1,16          | 5,45                     | 18,72          | 29,11                   |

**DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA)**[illegible]

**DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS**

| Horizonte | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
|-----------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Ap        | 20               |                        |          |                           |
| A1        | 45               |                        |          |                           |

# Levantamiento de Cartografía Temática ESCALA: 1:25.000

PERFIL No.: CSp-NVI\_B4-89-0044

FECHA: 13/09/2014 9:20:00

EDAFÓLOGO: Alejandro Vera

## 1. CLASIFICACIÓN:

USDA 2006: Humic Dystrudepts

CLAVE: KGEU

USDA 2010: Typic Humudepts

CLAVE: KGDQ

## 2. UBICACIÓN:

Sistema Geográfico: WGS 84

Provincia: AZUAY

Cantón: SAN FERNANDO

Parroquia: SAN FERNANDO

Coordenada X: -79,244198

Coordenada Y: -3,198926

Altitud: 2312,67

## 3. FACTORES DE FORMACION DE LA SUPERFICIE:

Regímenes Climáticos del Suelo: RCS:

Régimen de Temperatura del Suelo: RTS: Isotermico

Régimen de Humedad del Suelo: RHC: Udico

Inundación:

Mes de Ocurrencia: NINGUNO

Duración en Meses:

Período de LLuvias:

Mes de Ocurrencia: FEBRERO-MARZO-ABRIL-MAYO

Duración en Meses: 4

## 4. GEOMORFOLOGÍA:

Unidad morfológica: Vertiente heterogénea

Pendiente general: MEDIA A FUERTE (> 25 - 40 %)

Pendiente local: 40%

Geología (Material Parental): Formación Tarqui

## 5. USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN:

Uso de la tierra: -

Cultivos: -

Influencia humana: Sin influencia

Vegetación natural: VEGETACIÓN ARBUSTIVA HÚMEDA

## 6. DESCRPCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SUELO:

Afloramiento Rocoso Cobertura %: 0

Fragmentos gruesos (pedregosidad): Clases de Tamaño cm: Cantos Grandes

Erosión: Erosión hídrica o deposición

Apectos Antrópicos: Otros

Encostramiento Grosor: Ninguno

Grieta Ancho: Ninguno

Distribución entre Afloramientos m: - Clases de Tamaño: -

Cobertura: 10 - 25

Dureza: Moderado

Superficie Afectada %: 10 - 25

Grado: Moderado

Grado: Baja

Consistencia: -

Distancia entre Grietas: -

Profundidad: -

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL:

Permeabilidad Escorrentía: Rapido

Profundidad del Nivel Freático: 0

Profundidad efectiva del suelo cm: 120

Drenaje Natural: Bueno

Tipo: Sin evidencia

Tipo: Profundo

## 8. FOTOGRAFÍAS DEL PERFIL Y PANORÁMICA:

FOTO PANORÁMICA:

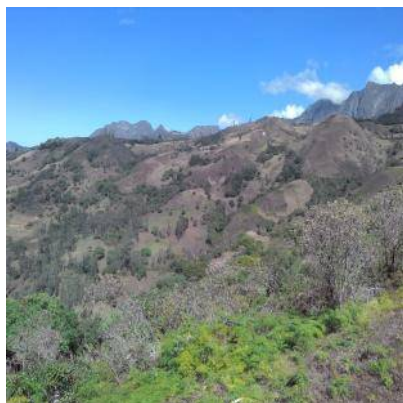


FOTO PERFIL:



9. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES O CAPAS:

| Horizonte | Profundidad (cm) | Características Descritas en Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | 0 - 40 cm        | color principal en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado fuerte; textura de campo franco arcillo-limoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia muchas, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia común, poco compacto; actividad biológica tipo canales de lombrices, abundancia mucha; fragmentos gruesos cantidad pocos, tipo grava gruesa e intemperización fuerte, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada moderada, límite de horizonte distinción gradual y topografía suave; tipo de epipedón mólico |
| Bw1       | 40-90 cm         | color principal en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/6); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño medio a grueso y grado moderado; textura de campo arcillo-limoso; consistencia en húmedo firme, consistencia en mojado adherente y plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; raíces tamaño muy finas abundancia común, raíces tamaño finas abundancia muchas, raíces tamaño medianas abundancia común, raíces tamaño gruesas abundancia común, compacto; actividad biológica tipo otra actividad de insectos, abundancia común; fragmentos gruesos cantidad muy pocos, tipo grava gruesa e intemperización fuerte, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, límite de horizonte distinción difuso y topografía suave; tipo de horizonte cámbico                 |
| Bw2       | 90-120 cm        | color principal en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/8); estructura tipo bloques sub-angulares, tamaño fino a medio y grado débil a moderado; textura de campo franco arcillo-arenoso; consistencia en húmedo friable, consistencia en mojado ligeramente adherente y ligeramente plástico; húmedo; porosidad abundancia muchos tamaño muy finos y tipo intersticial; poco compacto; fragmentos gruesos cantidad común, tipo cantos e intemperización fuerte, ph 6; reacción de materia orgánica al agua oxigenada ligera, tipo de horizonte cámbico                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

10. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO:

| DETERMINACIONES FISICAS |                  |           |          |             |                        |        |         |
|-------------------------|------------------|-----------|----------|-------------|------------------------|--------|---------|
| Horizonte               | Profundidad (cm) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Clase Textural (%)     | CC (%) | PMP (%) |
| A                       | 40               | 54,32     | 23,22    | 22,46       | Franco arcillo-arenoso |        |         |
| Bw1                     | 90               | 8,28      | 36,68    | 55,04       | Arcilla                |        |         |

| Horizonte | Profundidad (cm) | Da1 (g/cm3) | Da2 (g/cm3) | Da3 (g/cm3) |
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|-------------|-------------|

| DETERMINACIONES QUIMICAS OLSEN |                  |      |         |         |              |               |               |
|--------------------------------|------------------|------|---------|---------|--------------|---------------|---------------|
| Horizonte                      | Profundidad (cm) | pH   | N (ppm) | P (ppm) | K (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Ca (meq/100g) |
| A                              | 40               | 5,99 | 10,5    | 0,42    | 0,07         | 1,47          | 5,19          |
| Bw1                            | 90               | 5,5  | 9,96    | 0,99    | 0,06         | 1,3           | 2,54          |

| DETERMINACIONES QUIMICAS ADICIONALES |                  |            |        |                         |                                    |
|--------------------------------------|------------------|------------|--------|-------------------------|------------------------------------|
| Horizonte                            | Profundidad (cm) | CE (ds/cm) | MO (%) | Acidez Libre (meq/100g) | Aluminio Intercambiable (meq/100g) |
| A                                    | 40               | 0,03       | 8,54   |                         |                                    |
| Bw1                                  | 90               | 0,02       | 0,57   |                         |                                    |

| DETERMINACIONES QUIMICAS EN ACETATO DE AMONIO |                  |               |              |               |               |                          |                |                         |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Horizonte                                     | Profundidad (cm) | Na (meq/100g) | K (meq/100g) | Ca (meq/100g) | Mg (meq/100g) | Suma de Bases (meq/100g) | CIC (meq/100g) | Saturación de Bases (%) |
| A                                             | 40               | 0,08          | 0,18         | 4,15          | 2,2           | 6,61                     | 11,63          | 57                      |
| Bw1                                           | 90               | 0,08          | 0,08         | 2,35          | 1,53          | 4,04                     | 15,15          | 27                      |

| DETERMINACIONES QUIMICAS DE SALINIDAD (PASTA SATURADA) |                  |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
|--------------------------------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----|---------|
| Horizonte                                              | Profundidad (cm) | pH (mg/l) | CE (mg/l) | Na (mg/l) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Carbonatos (mg/l) | Bicarbonatos (mg/l) | Sulfatos (mg/l) | Cloruros (mg/l) | RAS | PSI (%) |
| A                                                      | 40               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |
| Bw1                                                    | 90               |           |           |           |          |           |           |                   |                     |                 |                 |     |         |

| DETERMINACIONES QUIMICAS ANALISIS COMPLEMENTARIOS |                  |                        |          |                           |
|---------------------------------------------------|------------------|------------------------|----------|---------------------------|
| Horizonte                                         | Profundidad (cm) | Carbonatos Totales (%) | pH (KCl) | Retención de Fosfatos (%) |
| A                                                 | 40               |                        |          |                           |
| Bw1                                               | 90               |                        |          |                           |